



JAEA-Review

2016-017

DOI:10.11484/jaea-review-2016-017

JAEAにおける核不拡散分野の透明性向上研究の成果

Study of Transparency in the Field of Nuclear Nonproliferation Conducted at JAEA

川久保 陽子 関根 恵 富川 裕文

Yoko KAWAKUBO, Megumi SEKINE and Hirofumi TOMIKAWA

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security

October 2016

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2016

JAEA における核不拡散分野の透明性向上研究の成果

日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

川久保 陽子、関根 恵、富川 裕文

(2016年6月21日 受理)

原子力平和利用の透明性は、「すべての関心ある者に対して、原子力の利用において安全性、核セキュリティ、適切な核物質管理(保障措置の実施)が確保されていることを独立して評価できる情報を提供する協力のプロセス」と定義されている。アジア太平洋地域は、すでに核燃料サイクルを有する国から将来的に原子力発電を目指す新興国まで、原子力発電をめぐる各国の状況は多様であり、また地域内には核兵器保有国等も存在するため地政学的状況も複雑である。したがって、地域の不安定化をもたらすことなく円滑に原子力活動を推進するためには、透明性を確保することにより地域内の信頼を醸成することが重要である。こうした認識の下、日本原子力研究開発機構は、1995年より米国エネルギー省及び傘下の国立研究所と共同で透明性の向上を目的とした様々な研究や活動を実施してきた。その取り組みは、透明性概念研究、高速実験炉「常陽」における遠隔監視システムの開発、アジア太平洋安全保障協力会議(CSCAP: The Council for Security Cooperation in the Asia Pacific)における透明性ウェブサイト開発支援、情報共有フレームワークの開発、及び地域内の関係者を広く招いたワークショップの開催等が挙げられる。現在は、これらの過去の研究および活動の成果を基に、透明性向上を目的とした情報共有の実施フェーズに移行中である。2015年には、アジア太平洋保障措置ネットワーク(APSN)に参加している保障措置・核不拡散専門家を対象として情報共有フレームワークウェブサイトを開設した。さらに、そのウェブサイトの利用者から新たなニーズや得られた情報の有効性等のフィードバックを得ることで、効率的・効果的な情報共有フレームワークのあり方を検討し、持続可能で発展性のある情報共有フレームワークを目指している。本報告書は、日本原子力研究開発機構において20年近くにわたって実施されてきた透明性向上を目的とした研究およびその他の活動について総括し、今後の展開について論じるものである。

Study of Transparency in the Field of Nuclear Nonproliferation Conducted at JAEA

Yoko KAWAKUBO, Megumi SEKINE and Hirofumi TOMIKAWA

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received June 21, 2016)

Nuclear transparency is defined as “a cooperative process of providing information to all interested parties so that they can independently assess the safety, security, and legitimate management of nuclear materials” by Sandia National Laboratories (SNL). Since the Asia-Pacific region has a broad spectrum of nuclear development underway and planned in the future, nuclear transparency is recognized as essential to provide additional assurance and enhance confidence building in this area. It is expected that elevated nuclear transparency should also supplement and reinforce International Atomic Energy Agency (IAEA) safeguards. With this recognition, Japan Atomic Energy Agency (JAEA) has committed various studies and activities for enhancing regional transparency mainly with U.S. Department of Energy (DOE) and its national laboratories. The efforts include transparency concept study, development of remote monitoring system at the Experimental Fast Reactor ‘Joyo’ for the use of regional transparency, cooperation to Council for Security and Cooperation in Asia Pacific (CSCAP) to develop internet-based transparency tools, establishment of Information Sharing Framework (ISF), and the hosting of a series of workshops inviting a wide range of regional stakeholders. Based on all the achievements of the past efforts, JAEA is now transiting from “study phase” toward the “implementation phase” of information sharing for enhancing its nuclear transparency. The ISF website was established in 2015 as a part of Asia Pacific Safeguards Network (APSN) website for JAEA to provide relevant information to APSN members. The website is continuously improved through collecting new needs and feedback from users of the website. This report summarizes the past studies and activities performed in JAEA for about 20 years to enhance regional nuclear transparency and discusses the future prospect.

Keywords: Transparency, Regional Cooperation, Asia Pacific, Nonproliferation

目次

1. はじめに	1
2. 透明性の基本的理解	1
2.1. 「透明性」の定義	1
2.2. 「透明性」の意義	2
2.3. 原子力分野における透明性の関係者	3
3. JAEAにおける地域透明性向上のための研究	4
3.1. 透明性基礎研究	5
3.2. 地域透明性向上のための遠隔監視システムの開発	11
3.3. CSCAPへの協力	16
4. 情報共有フレームワークの構築にかかる研究の成果	17
4.1. 研究概要	17
4.2. 既存の地域協力枠組み及び将来的な地域協力枠組み提案の調査	18
4.3. 情報共有メカニズムの調査と整理	23
4.4. 潜在的利害関係者(情報の提供者 / 受け手)へのニーズ調査	29
4.5. 要求事項の作成	37
5. JAEAにおける地域透明性向上を目的としたワークショップ	45
6. 透明性向上にかかる現在の取り組み：APSNとの協力	49
6.1. APSNとの協力の経緯	49
6.2. APSN下でのISF活動計画	49
6.3. JAEAにおける現在の取り組み：ウェブサイトの開発と今後の運用	51
7. 終わりに	54
参考文献	55

Contents

1. Introduction	1
2. Basic Understandings of Transparency.....	1
2.1 Definition of Transparency	1
2.2 Benefit of Transparency.....	2
2.3 Stakeholders of Transparency.....	3
3. Studies for Enhancing Regional Transparency Conducted at JAEA	4
3.1 Basic Concept Study of Transparency	5
3.2 Development and Demonstration of Remote Monitoring System for Regional Transparency.....	11
3.3 Cooperation to CSCAP	16
4. Development of Information Sharing Framework	17
4.1 Overview.....	17
4.2 Existing and Proposed Framework for Regional Transparency.....	18
4.3 Investigation of Information Sharing Mechanisms.....	23
4.4 Needs Survey.....	29
4.5 Requirements Identification.....	37
5. Summary of 1 st -5 th Transparency Workshops at JAEA	45
6. Current Effort for Regional Transparency at JAEA: Cooperation with APSN.....	49
6.1 Cooperation with APSN	49
6.2 Plan for ISF Demonstration under APSN	49
6.3 Ongoing Effort at JAEA: Development of ISF Website and Its Future Utilization.....	51
7. Conclusion.....	54
References.....	55

表リスト

表 3.1	透明性に関する DOE-JAEA 共同研究一覧	4
表 3.2	PNC および LANL における透明性概念の基礎研究の結果	7
表 3.3	「常陽」遠隔監視システムの更新・拡大の概要	14
表 4.1	face-to-face 方式と web-based 方式の利点と欠点	27
表 4.2	調査で用いた質問表	30
表 4.3	調査結果 [現在行っている情報共有]	32
表 4.4	調査結果 [将来的な情報共有]	34
表 4.5	「Plan(計画)」策定例	42
表 5.1	JAEA における透明性ワークショップ	48

図リスト

図 2.1	IAEA と加盟国 / 国家間の情報共有モデル	2
図 2.2	マルチトラック・ディプロマシー(Multi-Track Diplomacy)に基づく分類例	3
図 3.1	JAEA における透明性研究の流れ	5
図 3.2	1999 年時点における「常陽」遠隔監視システム構成図	12
図 3.3	「常陽」使用済燃料貯蔵施設に設置されたガンマ線センサ	12
図 3.4	「常陽」新燃料貯蔵室に設置した中性子センサ	13
図 3.5	2008 年時点の「常陽」遠隔監視システム	15
図 3.6	マルチ遠隔監視ネットワークのイメージ	15
図 3.7	透明性ポータルサイトのホーム画面	15
図 3.8	CSCAP アジア太平洋原子力透明性ウェブサイトのトップページ	17
図 4.1	2011 年ワークショップ	24
図 4.2	原子力委員のリアルタイム空間放射線量システム	25
図 4.3	JAEA の高速増殖原型炉「もんじゅ」のパノラマ写真	25
図 4.4	「常陽」遠隔監視システムからのデータ転送の様子	28
図 4.5	複数組織参加ウェブサイトの構造 - 例 1	28
図 4.6	複数組織参加ウェブサイトの構造 - 例 2	28
図 4.7	ISF の設計、構築及び実施における PDCA サイクル	40
図 5.1	第 4 回ワークショップ「アジア太平洋地域における核不拡散協力のための透明性技術」参加者(2008 年)	48
図 6.1	APSN における長期的な ISF ウェブサイトの概念図	50
図 6.2	APSN における短期的な ISF ウェブサイト概念図	51
図 6.3	ISF ウェブサイトの基本設計	52
図 6.4	ISF ウェブサイトにおけるウェブライブラリ機能	53

Table list

Table3.1	DOE-JAEA cooperative R&D for transparency	4
Table3.2	Summary of the results of the basic study of transparency concept by PNC and LANL	7
Table3.3	Upgrade and expansion of the remote monitoring system at “JOYO”	14
Table4.1	Advantages and disadvantages of face-to-face/ web-based mechanisms	27
Table4.2	Questionnaires used for the needs survey	30
Table4.3	Survey results [Current information sharing]	32
Table4.4	Survey results [Future needs for information sharing]	34
Table4.5	Example “Plan” for information sharing	42
Table5.1	Regional transparency workshops hosted by JAEA	48

Figure list

Fig2.1	Bilateral (IAEA-member states) and multilateral (state-state) information sharing model	2
Fig2.2	Example categories of stakeholders based on Multi-track diplomacy	3
Fig3.1	Main streams of transparency studies conducted at JAEA	5
Fig3.2	Configuration of remote monitoring system at “JOYO” as of 1999	12
Fig3.3	Configuration of gamma-ray sensors at spent fuel storage facility at “JOYO”	12
Fig3.4	Configuration of neutron sensors at fresh fuel storage facility at “JOYO”	13
Fig3.5	Configuration of remote monitoring system at “JOYO” as of 2008	15
Fig3.6	Image of a multilateral remote monitoring network	15
Fig3.7	Screen shot of JAEA transparency portal site	15
Fig3.8	Home of CSCAP transparency website	17
Fig4.1	Photo from transparency workshop in 2011	24
Fig4.2	Real time airborne radiation system by NRA	25
Fig4.3	Photo of “MONJU” available on the JAEA website	25
Fig4.4	Data and information flow of remote monitoring system at “JOYO”	28
Fig4.5	Example structure of multilateral communication website 1	28
Fig4.6	Example structure of multilateral communication website 2	28
Fig4.7	PDCA cycle incorporated into establishment and implementation of ISF	40
Fig5.1	Photo from 4 th transparency workshop in 2008	48
Fig6.1	Long-term prospect of ISF website under APSN	50
Fig6.2	Short-term prospect of ISF website under APSN	51
Fig6.3	Basic design of ISF website	52
Fig6.4	Web-library function of ISF website	53

1. はじめに

「透明性」の言葉は、国際政治の分野で長く使用されてきた。冷戦時代、「透明性」は軍備管理の文脈における信頼醸成措置の一つとして論じられ、確実な軍縮の実施や偶発的な軍事衝突を防ぐ観点から敵対する国家間における軍事活動の透明性確保が重要とされた¹。

核不拡散・保障措置の分野において「透明性」の言葉が初めて使われたのは、国際原子力機関(IAEA: International Atomic Energy Agency)事務局長(当時)ハンス・ブリックスによる1992年IAEA総会の冒頭発言であったといわれている²。1990年代初頭、イラクの核開発計画が露呈したことに端を発して、未申告活動の検知を含むIAEA保障措置の強化が喫緊の課題として認識された。こうした状況を踏まえ、前出の冒頭発言において透明性は「原子力活動が疑いなく平和利用の範囲にあることを継続的に保証するために重要である(筆者訳)^{i, 3}」と述べられた。これを契機として1990年代前半、IAEA保障措置を効率化・強化するための重要な概念として、核不拡散・保障措置分野における透明性の議論が国際的に活発化した。

一方同時期の日本では、1992年にあかつき丸によるフランスからのプルトニウム輸送が行われ、また1994年には高速増殖原型炉もんじゅが初臨界を迎える等、国内でのプルトニウム利用が加速していた⁴。日本原子力研究開発機構(JAEA: Japan Atomic Energy Agency)ⁱⁱ及びその前身機関は、国際的な保障措置強化の動きの中で着実にプルトニウム利用を進めるためには、これらの活動が平和目的であることを国内外に対して十分説明することが重要であると認識し、1995年から自らの原子力活動の透明性向上のための研究を開始した。近年では、アジア太平洋地域における原子力発電利用の増加や地政学上の懸念が存在することから、当該地域における透明性向上に焦点を当てた取り組みを実施している。

2. 透明性の基本的理解

2.1. 「透明性」の定義

原子力に関する透明性は、環境放射線、施設の安全性、核軍縮、核不拡散等、様々な分野で議論されてきており、そのたびに「透明性」の概念は繰り返し定義されてきた。したがって、現在存在する定義の一つではないが、JAEA及びその前身機関は、数ある定義のうち米国サンディア国立研究所(SNL: Sandia National Laboratories)共同監視センター(CMC: Cooperative Monitoring Center)が提唱した「すべての関心ある者に対して、原子力の利用において安全性、核セキュリティ、適切な核物質管理(保障措置の実施)が確保されていることを独立して評価できる情報を提供する協力のプロセス(筆者訳)^{iii, 5}」という定義に基づいて研究開

ⁱ 原文は“essential to maintain confidence about their peaceful character and dispel any doubts in this regard”

ⁱⁱ 動力炉・核燃料開発事業団(～1998年)、核燃料サイクル開発機構(～2005年)、日本原子力研究所(～2005年)

ⁱⁱⁱ 原文は“a cooperative process of providing information to all interested parties so that they can independently assess the safety, security, and legitimate management of nuclear materials”

発を実施してきた。この定義に基づくと、透明性は制度上の義務に依らない自発的なプロセス (voluntary process) であり、このプロセスにおいて提供される情報は質・量ともに受領者が独立して評価できる程度に十分なものである必要がある⁶。

2.2. 「透明性」の意義

2.2.1. IAEAと加盟国間の透明性：IAEA保障措置の強化

前述のとおり、核不拡散・保障措置の分野における透明性は、主に IAEA 加盟国から IAEA に対する情報提供の意で使われた。INFCIRC/153 に基づく包括的保障措置は、申告された核物質を査察し、その申告の「正確性 (correctness)」を検認するという手法で実施されてきたが、イラク及び北朝鮮における核プログラムが明らかになって以降、申告の「完全性 (completeness)」を検認することの重要性が認識された。保障措置実施に係る常設諮問委員会 (SAGSI) では、この申告の「正確性」と「完全性」の両方を担保する方策として、核不拡散条約 (NPT: The Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons) に基づく法的義務を超えた、加盟国から IAEA に対する追加的な情報の提供 (透明性: transparency) と追加的なアクセス権の付与 (公開性: openness) について検討が行われた。こうした保障措置強化のための透明性・公開性の議論は、IAEA による「93+2 計画」において継続され、追加議定書 (Additional Protocol: INFCIRC/540) における申告の拡大及び補完的アクセスとして制度化された¹。

以上の通り、核不拡散・保障措置分野において「透明性」の語が使用され始めた当初、その後は加盟国から IAEA への追加的な情報提供を意味し、IAEA 保障措置強化のプロセスで重要な概念であった。

2.2.2. 国家間の透明性(地域内透明性)：地域内の信頼醸成とIAEA保障措置の補完

核不拡散・保障措置の分野において、IAEA と加盟国間の情報共有は NPT を中心とした国際保障措置体制によって担保されている。すなわち加盟国は IAEA に対して自国の原子力に関連する活動がすべて平和目的であることを独自で評価できる情報を提供し、IAEA もその評価から得られた結論を保障措置実施報告書 (SIR: Safeguards Implementation Report) 等の形で加盟国に提供している (図 2.1 左)。一方で、当該国内の原子力活動が平和目的であることを担保するような情報を国家間で共有する法的な制度は不在である。

これまで原子力平和利用に関連する情報を近隣国家間で共有し透明性を確保すること (regional transparency: 地域内透明性) は、地域内で実施されている原子力活動が平和目的であり他国を脅かすものではないことを追加的に保証する重要な手段であると指摘されてきた^{6,7}。にアジア太平洋地域のように、原子力利用の拡大が見込まれると同時に核不拡散上の懸念が存

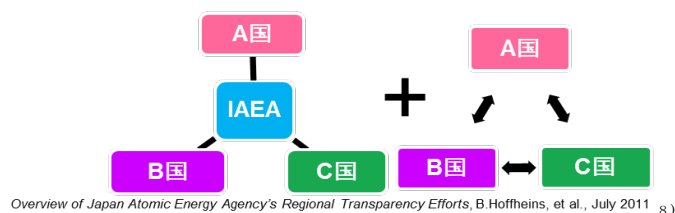


図 2.1 IAEA と加盟国 / 国家間の情報共有モデル

在する地域において原子力活動による地域の不安定化を防ぐためには、透明性を確保し、地域内の信頼醸成を図ることは重要である。

また、地域内透明性はIAEA保障措置を補完する役割も有する⁸。保障措置の実施にかかるグッドプラクティスや、保障措置機器のR&Dの経験等有用な情報を地域内の国家が共有することにより、当該地域に属する各国の国内計量管理制度(SSAC)または地域計量管理制度(RSAC)の改善が期待できる。また、質の高いSSACやRSACと連携することによって、IAEA保障措置の信頼性が向上し、IAEAの担う負荷の低減に繋がることも期待される⁹。近年こうした観点から、必ずしも法制度に基づかない参加者による自発的な情報共有を目的とした地域ネットワーク(例えば、アジア太平洋保障措置ネットワーク：APSN-Asia Pacific Safeguards Network等)の活動が増えている。

2.3. 原子力分野における透明性の関係者

原子力平和利用における透明性の関係者(stakeholders)、すなわち情報の提供者または受領者となりうる主体は、政府機関、IAEAのみならず、施設運転、保障措置のための査察実施、研究開発等の分野に属する機関および個人、またメディアや一般公衆を含む多岐にわたっており、透明性の議論を複雑にしている¹⁰。したがって、透明性の議論を簡素化するために、これらの関係者を受領できる情報セキュリティの観点から以下3つのトラックに分類することが提唱されている^{6, 11}。この分類法は、国際政治の分野において、国際紛争解決のための一概念として提唱された「マルチトラック・ディプロマシー(Multi-Track Diplomacy)」の分類例(図 2.2)に基づくものである。

トラック I : 公的機関(IAEA 等の国連機関、各国の政府及び省庁を含む)

トラック II : 非政府専門機関(原子力活動を行う事業者や研究機関を含む)

トラック III : その他(メディア、一般公衆を含む)



図 2.2 マルチトラック・ディプロマシー(Multi-Track Diplomacy)に基づく分類例

本分類に依れば JAEA はトラック II であり、透明性向上に係る研究は、アジア太平洋地域に存在する他のトラック II 機関に属する核不拡散専門家との情報共有に主眼を当てて実施してきた。

3. JAEAにおける地域透明性向上のための研究

JAEA とその前身機関は、1988年に米国エネルギー省(DOE: U.S. Department of Energy)と協力合意(Cooperation Agreement)を交わして以降、DOE 及び傘下の研究所との共同研究を精力的に実施してきた。これらの共同研究はアクションシート(AS)またはプロジェクトアクションシート(PAS)と呼ばれる計画書に基づいて実施されており、透明性に関する AS/PAS は、1995年に初めての署名に至って以来、9件署名・実施されてきた(表 3.1)⁸。一連の共同研究は以下の4つに大別できる(図 3.1)。

- 1) 透明性概念研究 : AS-21
- 2) アジア太平洋安全保障協力会議(CSCAP: The Council for Security Cooperation in the Asia Pacific)への協力 : AS-49, 60
- 3) 地域透明性向上のための遠隔監視システムの開発 : AS-20, 33, 46, 54, 65
- 4) 情報共有フレームワーク構築 : PAS-16

表 3.1 透明性に関する DOE-JAEA 共同研究一覧⁸

AS/PAS 番号	タイトル	実施期間	共同研究相手
AS-20	核不拡散遠隔監視システム (フェーズ 1)	1995 - 1996	PNC ^{iv} /SNL ^v
AS-21	透明性についての共同基礎研究	1996 - 1997	PNC/LANL ^{vi}
AS-33	「常陽」における核不拡散遠隔監視システム (フェーズ 2)	1998 - 1999	JNC ^{vii} /SNL
AS-46	核不拡散と透明性の常陽遠隔監視システムの適用 (フェーズ 3)	2000 - 2002	JNC/SNL
AS-49	原子力透明性に関する協力(フェーズ 1)	2000 - 2003	JNC/SNL (CSCAP)
AS-54	バーチャルプライベートネットワーク (VPN)の適用	2002 - 2005	JNC/SNL
AS-60	原子力透明性に関する協力(フェーズ 2)	2003 - 2005	JNC/SNL (CSCAP)
AS-65	地域協力、透明性、核不拡散のための確実なデータコミュニケーション	2004 - 2010	JNC/SNL
PAS-16	地域核不拡散のための情報共有フレームワーク	2011 - 2013	JAEA/SNL

^{iv} PNC: Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (動力炉・核燃料開発事業団)

^v SNL: Sandia National Laboratories (サンディア国立研究所)

^{vi} LANL: Los Alamos National Laboratory (ロスアラモス国立研究所)

^{vii} JNC: Japan Nuclear Cycle Development Institute (核燃料サイクル開発機構)

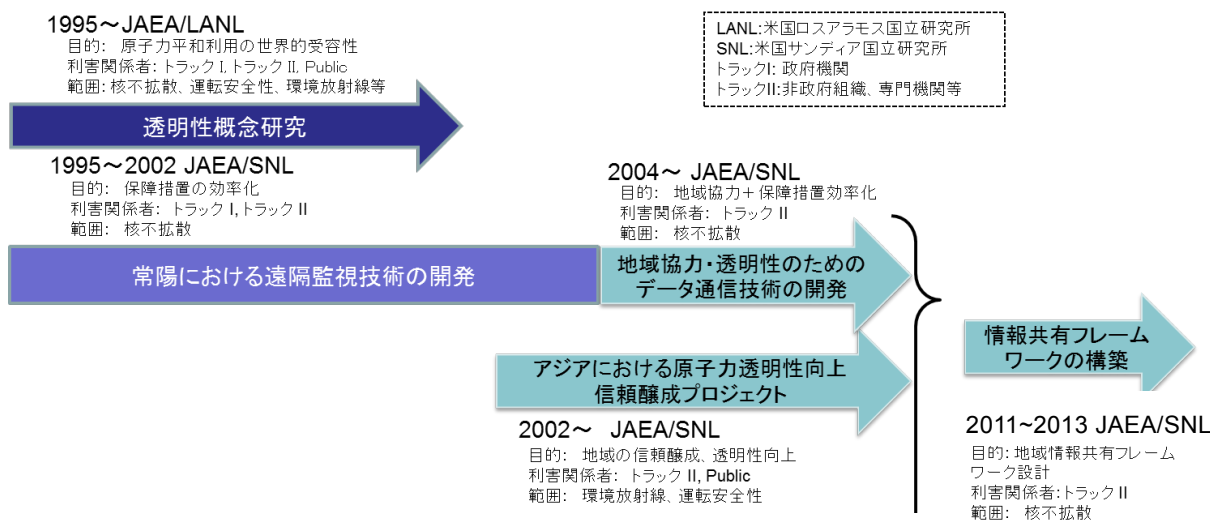


図 3.1 JAEA における透明性研究の流れ

本章では、これらのうち 1) 透明性概念研究、2) 地域透明性向上のための遠隔監視システムの開発、3) CSCAP への協力にかかる研究概要及び得られた成果を記す。また、これらの過去の研究から得られた知見を基に開始された近年の取り組みである 4) 情報共有フレームワーク構築にかかる研究については次章に詳述することとする。

3.1. 透明性基礎研究

3.1.1. 概要

本研究は 1996 年に署名された AS-2「核不拡散における『透明性』共同研究」に基づき、PNC と LANL の間で実施された。その目的は、核不拡散の観点から原子力平和利用の国際的な受容性を向上させる手段を明らかにするために透明性に関する基礎研究を行うことであった。

PNC と LANL は、それぞれ独自に、透明性の定義、意義、ゴール、透明性が重要となる施設、透明性を達成するための技術オプション等、関連するトピックごとに研究を実施した。その上で、1) 透明性の政策的環境、2) 透明性のオプション研究、3) 透明性の技術オプションのテーマごとに、合計 3 回のワークショップを開催し双方の研究結果が共有された。

3.1.2. 成果

(1) 検討結果

表 3.2 に、PNC、LANL 双方の研究結果をトピックごとにまとめる。

(2) 考察

透明性の定義

PNC、LANL とともに、透明性とは情報共有(または情報公開)によってもたらされるものであるが、その情報の範囲やニーズは対象(target audience)等に応じて変化するという見解で一致した。この認識は、後に続く遠隔監視システムの開発、情報共有フレームワーク構築の研究の礎となった。

一方で両者の根本的な相違は、義務的な情報提供・情報共有は透明性に含まれるか否か、であった。すなわち、LANL は義務を超えた自発的な情報公開こそが「透明性」であるとしたが、PNC は IAEA 保障措置のように第三者による不拡散の検認のような義務的行為も「透明性」の範疇に含まれるとした。この相違は、日本が非核兵器国であり、米国が核兵器国であるため、NPT 体制における義務範疇が異なることに起因すると考えられる。

尚、現在 JAEA における透明性研究は、これらの議論から得られた知見を踏まえ、上述のとおり SNL/CMC による定義に基づいて実施している。

透明性のゴール

ここで提案された、透明性のメカニズム－4W－は、対象が満足する形で（ゴールを達成できる形で）透明性を確保するために考慮すべき要素を明らかにしている。これは、PAS-16 の下で作成された情報共有フレームワークの要求事項（4 章にて詳述）における、「必須要素（requirements elements）を定義することで、情報共有のための計画を立案する」という方針に大いに生かされた。

透明性オプション

ここで議論された透明性向上に資する情報カテゴリは、現在実施中の情報共有フレームワークの実証（4 章、5 章に詳述）における、提供すべき情報及びその収集・伝達手段の選択の際に大いに役立った。

また、透明性向上のための技術オプションとして提案された遠隔監視は、特に貯蔵施設において定常外の運転や妨害破壊行為・盗取等の異常事態がないことを確認できる有効な手段であると強調された。こうした認識を基に、JAEA は SNL と共同で約 15 年にわたり高速実験炉「常陽」の新燃料貯蔵室及び使用済燃料貯蔵施設における遠隔監視システムの構築及び実証の研究を行った。

表 3.2 PNC および LANL における透明性概念の基礎研究の結果(1/4)

		PNC	LANL
トピック	透明性の定義	<ul style="list-style-type: none"> 透明性の定義は、「対象(target audience)」や時々の国際情勢により変化し、また対象が属する文化や価値観等によって異なるため普遍的定義は困難。 公開性(openness)は施設情報へのアクセス機会の増加を意味するが、透明性は積極的な情報共有を通して対象の理解と信頼を得るといふ、さらに一歩踏み込んだ概念。 上記を踏まえ「透明性とは、原子力の平和利用及び核不拡散分野で、原子力活動に関する情報を共有し、また施設等を公開することによって国際機関や諸外国、国民等の透明性を示す対象からの相互理解と信頼を得ること」と定義。 	<ul style="list-style-type: none"> 透明性の定義は、多様なニーズに応えるとともに、時々々の社会状況や対象による揺らぎをも含むするために、広く、また柔軟性を持った概念であることが望ましい。 IAEA 保障措置等の義務(obligatory)を超えた自発的(voluntary)な情報開示こそが真の透明性向上手段。 上記を踏まえ「透明性とは、事業者が自ら公表している通りの活動を実際に行っていることを、第三者に確信させ、納得させ、安心させる目的で自発的に情報を開示すること」と定義。
	透明性が必要な理由	<ul style="list-style-type: none"> 原子力の利用は、核兵器や核爆発装置への軍事転用が技術的に可能なため。 	<ul style="list-style-type: none"> 左記の状況を踏まえ、国内外の透明性を示す対象に対して事業者が義務を超えて、核不拡散に関して自発的に安心感を与える「追加的措置」を適切に行うことが、信頼醸成には必須であるため。
	透明性のゴール	<ul style="list-style-type: none"> 透明性のゴールは、対象ごとに、可能な限りその対象が満足するレベルの透明性を確保すること。 ゴールを達成するための透明性メカニズム→4W→(透明性向上方策を決定する際に考慮すべき要素)が提案された。 Who: 誰に対する透明性か。(例)一般公衆、他国政府、地域内専門家、マスコミ、etc. Which: どの施設の透明性を示すのか。(例)再処理施設、MOX 燃料製造施設、etc. What: どの観点から何の透明性を示すのか。(例)安全性の観点、核不拡散の観点、etc. 核物質、原子力技術 etc. When: どのタイミングで透明性を示すのか。(例)即座、年に1度、etc. How: どのように透明性を示すのか。(例)ウェブサイトを通じた情報公開、ワークショップ、施設ツアー、共同研究 etc. 	

表 3.2 PNC および LANL における透明性概念の基礎研究の結果(2/4)

<p>透明性の障害</p>	<ul style="list-style-type: none"> 国際法(NPT、ロンドンガイドライン、二国間原子力協定)等に定められる機微情報や技術の公開制限。 ただし、これは核物質防護(PP)上の観点から尊重されるべき障害であり、透明性向上の方策実施時には、この観点から違反がないことのレビューが必要。 1998年当時、情報公開法が不在であり、情報公開の基準や手続きが不明確。(1999年5月公布、2001年4月施行) 	<ul style="list-style-type: none"> 核兵器国であることにより特有の問題が存在。 安全保障の観点、商業機密の観点から公開できる情報が制限。 費用対効果。
<p>透明性を適用する施設の抽出</p>	<ul style="list-style-type: none"> 核不拡散上の透明性が求められる施設は、Pu や HEU を製造、貯蔵、使用する施設。 ✓ 濃縮施設、再処理施設、MOX 燃料製造施設 	<p>核不拡散上の透明性が求められる施設は、Pu や HEU を製造、貯蔵、使用する施設。</p>
<p>透明性のクレンジング(透明性を追求する上で留意すべき点)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 信頼醸成に資すること：核不拡散上の義務が誠実に履行されていることを対象に確認させられるか。 機微情報等の防護：核不拡散上の懸念を生む機微情報、PP 情報、商業機密等が公開されていないか。 悪影響を生じさせないこと：透明性向上のための手段となる機器の設置やその保守管理が施設運転や従業員に悪影響を与えないか。 時間：透明性向上のための手段導入のために時間を要するか。 コスト：透明性向上のためにどの程度のコストを要するか。(時間も種々コストに含まれる) <p>その他、提供される情報が対象にとって有用か、また提供者にとって負担でないか、等の観点も重要である。</p>	<p>悪影響を生じさせないこと：透明性向上のための手段となる機器の設置やその保守管理が施設運転や従業員に悪影響を与えないか。</p>
<p>透明性オプション</p>	<p>【透明性向上に資する情報】^{viii}</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設の機能に関する一般情報：施設情報(運転計画等)、保障措置情報(保障措置の概要、査察概要等)、核物質防護情報(PP システム概要等) 施設の運転に関する一般情報：計量管理情報(核物質の種類、取扱量、貯蔵量等)、輸送情報(目的、輸送物、輸送量等) 	<p>【アイテム施設、バルク施設それぞれの透明性オプション】</p> <p>バルク施設：濃縮、再処理施設</p> <ul style="list-style-type: none"> 一般公衆に対する定期的な施設ツアー 施設内の核物質情報、放射線量、運転特性に関する一般情報 濃縮や再処理施設から払い受けられる核物質の輸送に関する一般情報

^{viii} すべての情報が公開される必要はない。また、対象によって各カテゴリに属する情報の種類、量、詳細度は異なる。

表 3.2 PNC および LANL における透明性概念の基礎研究の結果(3/4)

	<ul style="list-style-type: none"> IAEA の活動に関する一般情報：IAEA の活動に関する一般情報 【透明性オプシオン】 施設見学 印刷物、ビデオ等 遠隔監視：特に貯蔵施設への遠隔監視システムは施設側が公表している活動のみを行っていること、第三者の侵入、妨害破壊行為や盗取がないことを確認でき、有用。 環境モニタリング：施設内で採取されたサンプルの分析により、当該施設が、公表している活動のみを実施していることが確認できる。 衛生監視：施設間の輸送の適切な実施、輸送上の適切な PP 措置を確認できる。 独立査察：第三者による施設への査察により、当該施設が公表している活動のみを実施していることを確認できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 濃縮施設内及び施設付近の濃縮レベルに関する環境モニタリングデータ 再処理施設のスタックモニタリングデータ <p><u>アイテテム施設：未照射 HEU、MOX 燃料が存在する原子炉及び貯蔵施設</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 一般公衆に対する一般的施設ツアー 施設内外の環境データ 核物質の輸送、量、場所等に関する一般情報の開示 未照射燃料の受入、貯蔵の遠隔監視 貯蔵核物質や未照射核物質のタグやシールの独立査察
<p>透明性システム デザイン概念オ プション</p>	<p>透明性を示すためのシステムを構築していく手順は以下の通り。</p> <ol style="list-style-type: none"> 各施設における核不拡散の観点からの懸念の抽出：当該施設における具体的懸念事項を抽出する。(例)再処理施設における Pu 単体抽出の可能性 施設内の既存システムのレビュー：当該施設の計量管理、モニタリングシステム等のレビューをし、既設の機器やシステム、及び既に収集されている情報を把握する。 透明性クライテリア(留意点)の適用：懸念を解消するために必要と考えられる情報が、種々のクライテリアに鑑みて妥当であるか考察する。 透明性システムの構築：以上のすべてを勘案した上でシステムを構築する。 	

表 3.2 PNC および LANL における透明性概念の基礎研究の結果(4/4)

<p>測定、収集、伝達オプション</p>	<p>【測定・収集システムのオプション】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既設システムの使用(計量管理用の測定・情報収集システム等) ・ 既設システムでは不十分な場合/既設システムの透明性目的での利用が不適切な場合：新しい測定・収集システムの付加 ・ 既設システムとは別個のシステム(同等またはスケールダウンしたシステム)の構築 ・ 既設システムと新システムを組み合わせて使用 <p>【伝達のオプション】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既設システム/新システムいずれで収集された場合であっても、既設システムとは別個のシステムにデータを蓄積すべき ・ 電話線、ローカルエリアネットワーク、その他の方法で別のモニタリングステーション等に転送可能なシステムを組み込むべき
<p>データ表示オプション</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 印刷物、ウェブサイト、第三者によるデータ蓄積システムへの直接アクセス等 ・ データ表示オプションは対象によって選択すべき
<p>再処理、濃縮、MOX 燃料製造施設の透明性技術オプション</p>	<p>【再処理施設】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ スタックモニタリング：Xe-131、Xe-132、Xe-134、Xe-136 量の測定分析によって、再処理されている使用済燃料が高燃焼度で燃焼されたものである(兵器級 Pu 抽出目的ではない)ことを判別できる。 <p>【濃縮施設】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 濃縮度モニター ・ 環境サンプリング：高濃縮ウランが製造されているか否かを判別できる。 <p>【MOX 燃料製造施設】</p> <p>燃料貯蔵施設における盗取・不正持ち出し等を遠隔監視できることが有用。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インターネット技術を用いたリアルタイムでのビデオ監視システム

2016年現在、本研究実施当時(1996年)と比べてインターネット技術やその他の情報技術が目まぐるしく進化したことを考慮すると、そのまま適用するにはやや古い点も散見されるが、本研究はそれまで曖昧に使われてきた透明性という概念を整理するとともに、透明性向上のための技術的オプションについて具体的な検討を行った点で、のちに続く透明性研究の貴重な礎となったと言える。

3.2. 地域透明性向上のための遠隔監視システムの開発

3.2.1. 概要

本件は、SNLとJAEA及びその前身機関の間で行われた遠隔監視システムの開発に関する共同研究であり、1995年に署名されたPAS-20の下で開始された。当時、遠隔監視技術は新しい保障措置の効率化策の一つとして注目を集めており、IAEAが中心となって精力的に技術開発が行われていた。一方、3.1節において記したとおり、遠隔監視技術は、信頼醸成・透明性向上といった観点からも有用な技術オプションであることが認識されていた。したがって、DOEとJNC/PNCは、本技術に対IAEA保障措置技術という観点にとらわれずに、より広い観点から捉え、原子力平和利用の透明性を向上させる技術的手段という位置づけで共同研究を実施してきた。

本研究では、大洗研究開発センター高速実験炉「常陽」の関連施設にSNLが基本設計を行った遠隔監視システム(以下、「常陽」遠隔監視システム)を構築し、遠隔監視技術の開発及び核不拡散・透明性分野への適用についての検討が行われた。本システムは、事業者による自発的な情報提供・透明性向上という観点での使用を視野に入れていたため、資金的に負担の大きな個々のセンサや機器類の製作は極力避け、市場において安定した動作性能が確認されている製品(ソフトウェアを含む)を使用し、技術のみならず経済性にも優れたシステムを作りあげて開発コンセプトとした。本研究は、「常陽」遠隔監視システムの構築後も、機器の更新、実証試験を重ね、2010年まで継続的に実施されてきた。

3.2.2 成果

(1)基本的な「常陽」遠隔監視システムの構成

「常陽」遠隔監視システムは、SNLが開発した物質監視システム(Material Monitoring System : MMS)をベースに、大洗研究開発センターの「常陽」における遠隔監視適用試験用にJNCとSNLが共同で開発したものである(図3.2)。

MMSは、①データ収集コンポーネント(Data Collection Component : DCC)、②データ保管コンポーネント(Data Storage Component : DSC)及び③データ配信コンポーネント(Data Dissemination Component : DDC)からなる。「常陽」遠隔監視システムでは、①データ収集コンポーネントのセンサ類は使用済燃料貯蔵施設(図3.3)と新燃料貯蔵室(図3.4)に設置されており、データ収集用コンピュータは、使用済燃料貯蔵施設の制御室に1台及び新燃料貯蔵室内に1台の計2台が設置されている。②データ保管コンポーネントは、使用済燃料貯蔵施設の制御室に、③データ配信コンポーネントは、「常陽」の運転管理担当課に設置されている。

なお、各コンポーネントの詳細は、花井らによる『「常陽」における遠隔監視システムの開発

と遠隔監視技術の核不拡散分野への適用』¹²を参照されたい。

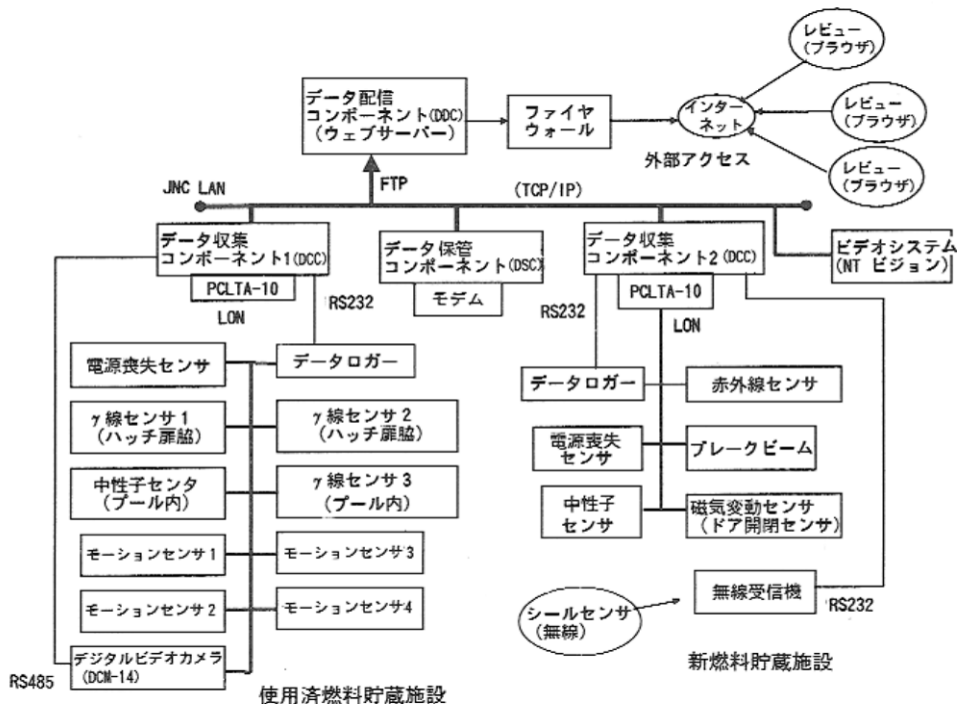


図 3.2 1999 年時点における「常陽」遠隔監視システム構成図

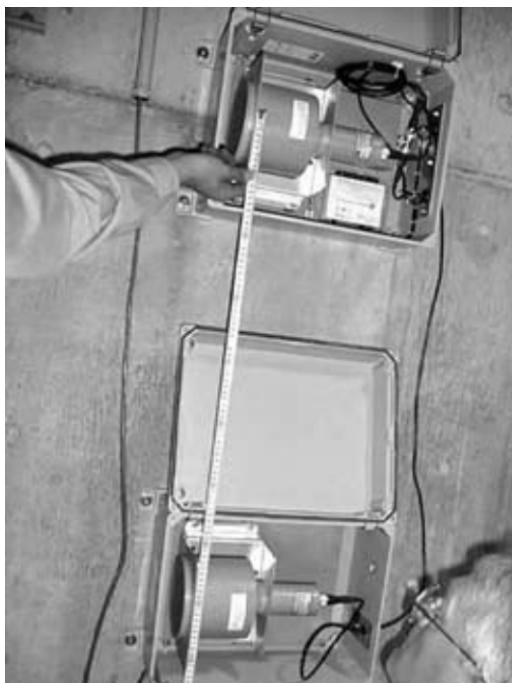


図 3.3 「常陽」使用済燃料貯蔵施設に設置されたガンマ線センサ



図 3.4 「常陽」新燃料貯蔵室に設置した中性子センサ

(2) 「常陽」遠隔監視システムの拡大・更新とシステムの実証

本研究は1995年に開始され、1997年には使用済燃料貯蔵施設のオンサイト監視システムと、「常陽」における遠隔地データレビューステーション等の基本的なシステムが構築された。オンサイト監視システムはガンマ線検出器などのセンサ及び検出器、データ収集システム、使用済燃料集合体監視のためのデジタルカメラシステム等で構成された。オンサイト監視システムで収集されたデータは、データレビューステーションに転送され、閲覧・保管された。1997年には、モデム回線を通じて SNL から「常陽」遠隔監視システムデータの閲覧を可能となるようシステムを拡張し、その実証試験を行った。

システムはその後も継続的に更新・拡張された。1999年には使用済燃料貯蔵施設に加えて、新燃料貯蔵室にも遠隔監視システムが設置され、燃料の監視とデータ分析が行えるようになった。また、情報技術の進歩は目覚ましく、「常陽」遠隔監視システムの情報伝達手段も、当初用いられていたモデムからイーサネット(Ethernet)、その後インターネットへと更新された。また、バーチャルプライベートネットワーク(VPN)や暗号化技術を適用することにより、情報セキュリティの向上も図られた。デジタルカメラを基本とした監視システム、その他非破壊分析検出器などのシステムも、技術の成熟とともに更新された。

このように更新・拡張を重ねた「常陽」遠隔監視システムは、その目的や性質の違いにより3つの世代に分けることができる。すなわち、遠隔監視技術の基本要件の確認を主な目的とした使用済燃料貯蔵施設に構築された第1世代システム、新燃料貯蔵室までシステムを拡張し、さらに情報伝達手段や監視システム・検出器等の成熟に合わせたシステムの高度化を図った第

2 世代システム、さらに地域透明性向上を目的とした他の研究所との相互モニタリングを想定してシステムの合理化・標準化を図った第 3 世代システムである。(表 3.3)

表 3.3 「常陽」遠隔監視システムの更新・拡大の概要

	第 1 世代システム (1996 年～) <u>基本要件の確認</u>	第 2 世代システム (1999 年～) <u>最新情報伝達手段の適用 による高セキュリティ化</u>	第 3 世代システム (2007 年～) <u>透明性向上を目的としたシ ステムの合理化・標準化</u>
目的	保障措置技術として出現した新技術としての遠隔監視システムの実証	より情報セキュリティの高い遠隔監視システムの実証	地域透明性向上を目的とした遠隔監視技術利用の検討
場所	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料貯蔵施設 (SF) 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料貯蔵施設 (SF) 新燃料貯蔵室 (FF) 	<ul style="list-style-type: none"> 新燃料貯蔵室 (FF) ★使用済燃料貯蔵施設 (SF) のシステムは撤去
システム構成	<p>【センサ・検出器】</p> <ul style="list-style-type: none"> マイクロ波モーションセンサーによる使用済燃料キャスクの移動検知 <p>【情報収集】</p> <ul style="list-style-type: none"> 監視ビデオカメラでの画像収集 <p>【情報伝達】</p> <ul style="list-style-type: none"> モデムによるデータ送信 	<p>【センサ・検出器】</p> <ul style="list-style-type: none"> 中性子検出器の更新、ガンマ線検出器の設置 (SF) 赤外線モーションセンサー、中性子検出器、扉開閉センサ等を新たに設置 (FF) <p>【情報収集】</p> <ul style="list-style-type: none"> 新型ビデオカメラ (NT ビジョン) での画像収集 <p>【情報伝達】</p> <ul style="list-style-type: none"> インターネットにより「常陽」と SNL の間で情報を転送 VPN の適用 	<ul style="list-style-type: none"> 機器の標準化・合理化、システムの簡素化 VPN 及び情報暗号化による情報セキュリティの強化

各世代の遠隔監視システムは、使用済燃料貯蔵施設・新燃料貯蔵室それぞれに構築された後、センサや検出器の適切な稼働、データの収集、外部からのデータアクセス、データのセキュアな転送が確認され、適切に運用できることが実証された。

(3) 地域透明性向上のためのトラック II 機関同士による情報共有を目的とした遠隔監視システムの利用実証

更新・拡張を重ねた「常陽」遠隔監視システムの 2008 年時点のシステム(第 3 世代システム)の構成を図 3.5 に示す。

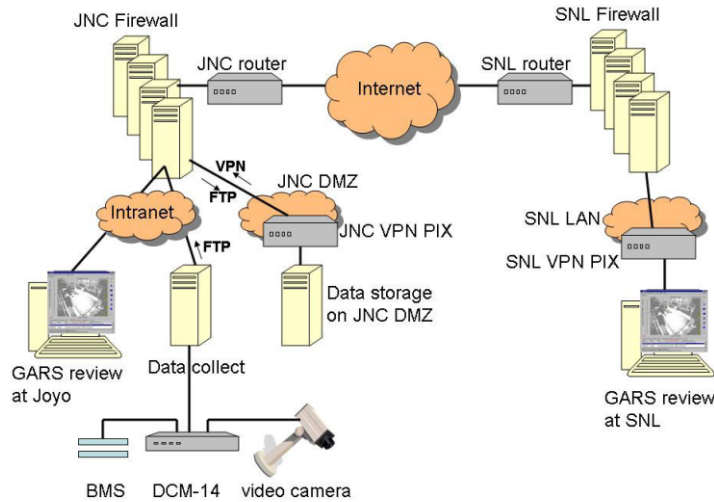


図 3.5 2008 年時点の「常陽」遠隔監視システム

これは、地域内のトラック II 専門家間での情報共有による地域透明性向上を目的として設計されている。すなわち、自発的な情報公開に関心を寄せる機関が簡便にシステムを構築できるよう、システムは簡素化・標準化され、第三者からの不適切な情報アクセスを防止しながら遠隔地でデータを取得できるように、SNL と「常陽」の間で VPN が構築され、情報は暗号化された上で、適切にシステムが作動することが実証された。

当時、SNLは「常陽」以外にも、韓国原子力研究所(KAERI: Korea Atomic Research Institute)やアイダホ国立研究所(INL: Idaho National Laboratory)とも、遠隔地二者間でのデータ授受を可能とする遠隔監視システムを構築しその技術の実証を行っていた。SNLおよびJAEAは、これらの独立した二者間遠隔監視システムを繋ぐことによってマルチな遠隔監視ネットワーク(図 3.6)を構築することが可能であり、こうしたネットワークは近隣地域に存在するトラック II 機関同士の透明性向上に大いに貢献するであろうと指摘した¹³。これに着想を得て、JAEAは地域内の複数機関間での情報共有を促進するために遠隔監視ネットワークのポータルサイトを試験的に構築・運用を行った(図 3.7)。

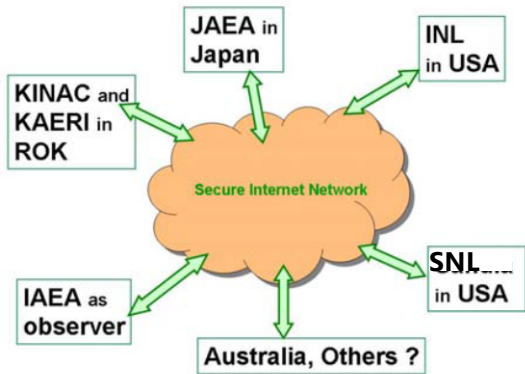


図 3.6 マルチ遠隔監視ネットワークのイメージ

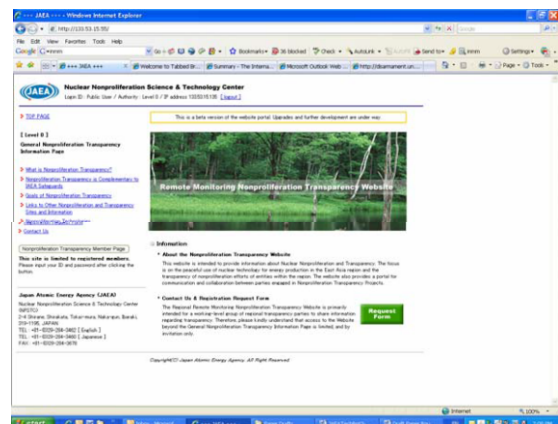


図 3.7 透明性ポータルサイトのホーム画面

(4) PAS-16 情報共有フレームワーク構築への足掛かり

15年にわたる「常陽」遠隔監視システムにかかる共同研究により、地域透明性向上の主要な技術オプションであるインターネットを用いた遠隔監視システムが実証された。これに続く試みとして、遠隔地にある複数機関間で情報共有を実施するフェーズが目指されたが、実際の情報共有を行うにあたって、情報セキュリティ、商業機密、知的所有権等、考慮すべきいくつかの技術的課題が認識された。

これらを踏まえ、上述の技術的課題を解決しながらトラック II 専門家同士が効果的に情報共有を行うことのできるコミュニケーションプラットフォームの構築を目指して、PAS-16「情報共有フレームワークの構築」(4章に詳述)に関する共同研究を開始することとした。

3.3. CSCAPへの協力¹⁴

3.3.1. 概要

アジア太平洋安全保障協力会議(CSCAP)は、アジア太平洋地域の安全保障協力のあり方を検討するための恒常的な枠組みを提供することを目的とした民間の国際組織である。その設立趣旨は「アジア太平洋地域内各国の信頼醸成と安全保障協力のための構造的プロセスを提供すること」であり、トラック II 協力のための対話フォーラムである。

CSCAPは、1998年10月にSNLのCMCに原子力専門家グループを設置した。専門家グループの設置目的は、地域内の原子力関係者を主な対象とした「アジア太平洋地域原子力透明性ウェブサイト」を立ち上げることであった。本グループは核不拡散のみならず、環境放射線や施設運転の安全性を含んだ広義の透明性を取り扱っており、大気中の空間線量、使用済燃料や放射性廃棄物処理の透明性向上にも取り組んだ。

本グループには、日本、韓国、中国、ロシア、台湾、カナダ、インド、米国という、地域内の全ての原子力利用国の専門家が参集し、さらに、ニュージーランド、シンガポール、モンゴル、ベトナム、オーストラリアもこのグループに加わった。PNCは、SNL/CMCに設置された専門家グループに1名専門家を派遣し、18か月間にわたって「原子力透明性ウェブサイト」構築のプロジェクトを支援した。

3.3.2. 成果

原子力専門家グループのもっとも大きな成果物は、「アジア太平洋地域原子力透明性ウェブサイト(図3.8)」である(現在は閉鎖)。本ウェブサイトは、本来別個の場所に保管されている地域内の原子力に係る様々なデータを、本サイトですべて収集することのできる「ワン・ストップ・ショッピング」の場を提供することを目的とし、究極的にはアジア太平洋地域における原子力の透明性を高めるとともに、原子力に関する計画の中に透明性が取り込まれることを目指した。また、本取り組みは原子力利用に関して推進または反対の立場はとっておらず、原子力利用国に住む人々の、大気中の空間線量、原子力施設の運転安全性、輸送安全性、使用済燃料やその他の核分裂性物質の安全性に対する理解を推進することを企図した。

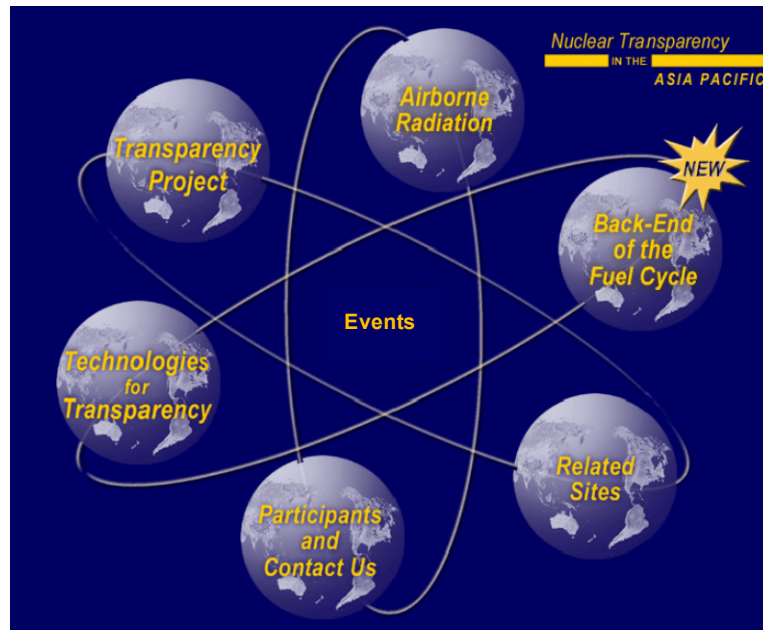


図 3.8 CSCAP アジア太平洋原子力透明性ウェブサイトのトップページ

本ウェブサイトでは、当時最先端のオンラインツールが用いられた。たとえば、地域内の空間線量率をニアリアルタイムに表示する機能は世界初の試みであったし、また米国の超ウラン廃棄物保管のための核廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP: Waste Isolation Pilot Plant)のバーチャルツアーシステムは、一般公衆が施設に赴くことなく放射線被ばくのリスクもない状態で現場を訪問する新たな可能性を切り開いた。

J. Olsen らは、核不拡散と信頼構築のための活動を推奨する自著¹⁴において、このウェブサイトが地域安全性をはじめとする関連するデータの「便利なワンストップショッピング」のアクセスポイントの草分けである指摘している。

4. 情報共有フレームワークの構築にかかる研究の成果

3章において、JAEA 及びその前身機関が米国 DOE 及び傘下の国立研究所と共同で実施してきた透明性にかかる過去の共同研究を概観した。本章ではこれに続く最近の取り組みで、米国及び韓国の関連機関と共同で実施した「情報共有フレームの構築」にかかる研究について詳述する。

4.1. 研究概要¹⁷

(1) 日米韓による共同研究の枠組み

2011年から2013年にかけて、JAEA は PAS-16 に基づき、「地域核不拡散協力のための情報共有フレームワーク(ISF: Information Sharing Framework)の構築」と題した共同研究プロジェクトを実施した。本プロジェクトは、DOE-JAEA 間、及び DOE-韓国教育科学技術部(MEST)間の2つの独立した2者間研究開発取り決め下で計画が策定されたが、実質的には日

米韓の実施機関である SNL、韓国核不拡散・管理機構(KINAC)、KAERI、JAEA(以下「プロジェクトパートナー」)の多機関間の取り組みとして実施された。

(2) 研究目的

本プロジェクトの目的は、一連の遠隔監視システムに係る共同研究を通して認識された課題(3.2.2(4)参照)に適切に取り組みながら、核不拡散及び保障措置に関連する情報を地域の核不拡散専門家間で直接共有することのできるフレームワークを設計し構築し、地域内の透明性向上及び信頼醸成を後押しすることである。本プロジェクトの実施期間は2年間と設定され、その終了時には、成果物としてISFを運用するための包括的な要求事項を作成することが目指された。尚ISFは、下記通り定義された。

地域の透明性向上を目的とした、核不拡散に関する情報をトラックII専門家間で自主的に共有するための持続可能な「情報交換プラットフォーム」

(3) フレームワーク構築に向けたアプローチと本取り組みにおける実施範囲

透明性は、2.1に示した定義によれば、安全性、核不拡散(保障措置・計量管理)、核セキュリティという3Sすべての分野を包含する概念であり、潜在的な利害関係者も政府機関、原子力事業者、研究者、一般公衆を含む多岐にわたる。これらすべてを網羅するフレームワークを目指すことは非現実的であり、具体的成果を得ることは困難であるとの認識から、プロジェクトパートナーは下記のステップを経る「段階的アプローチ」をとることにした。

- ① 情報授受者をプロジェクトパートナー機関に属する核不拡散専門家に、取り扱う情報も核不拡散(保障措置、計量管理、核セキュリティ)に絞った比較的小さいフレームワークに焦点を当て、このフレームワークが備えるべき要求事項を明確化する。
- ② 要求事項に従ってフレームワークを構築し、情報共有を行う(デモンストレーションの実施)。得られた知見を反映することでより適切なフレームワークに改良する。
- ③ 将来的には、他の機関を招待し、共有する情報の種類も増加させる形でフレームワークを拡充する。

PAS-16の枠組みの下では、上記の将来的展望を見据え、①要求事項の明確化までを行うこととした。

2年間の期間中、プロジェクトパートナーは、1)既存の地域協力枠組み及び将来的な地域協力枠組み提案の調査、2)情報共有メカニズムの調査と整理、3)潜在的な利害関係者を対象としたニーズ調査を実施し、2回のワークショップ、月1回の電話会議、核物質管理学会米国本部年次大会における特別セッションにおける議論を重ね、4)ISFの要求事項の作成を行った。

以下に1)~4)の取り組みについて記す。

4.2. 既存の地域協力枠組み及び将来的な地域協力枠組み提案の調査

上述のとおり、ISFの目的はアジア太平洋地域における核不拡散にかかる透明性を向上させることで地域内の信頼を醸成することである。JAEAは当該プロジェクトを開始するにあたって、過去の取り組みから示唆を得るべく、同様の目的を有する核不拡散分野における既存の地

域協力の取り組みや将来的な構想について調査し、B.Hoffheins 他による“JAEA’s Efforts for Regional Transparency in the Area of Nuclear Nonproliferation⁸⁾”にとりまとめた。本項ではその調査結果の概要を簡単に紹介する。

4.2.1. 既存の法的な地域協力枠組み：ブラジル・アルゼンチン核物質計量管理機関(ABACC)及び欧州原子力共同体(EURATOM)

ABACC、EURATOM とともにアジア太平洋地域の枠組みではないが、法的な地域協力枠組みとしてとりわけ長い歴史と大きな成果を有しており、ISF にかかる取り組みを実施するにあたり有益な知見を得ることができると考えられた。したがって、ABACC 及び EURATOM の設立趣旨やその成果を調査し、アジア太平洋地域に核不拡散協力を目的とした法的枠組みを設立する可能性や、その賛否という観点から分析を行った。

ABACCは1991年に設立され、1994年にABACC、アルゼンチン、ブラジル及びIAEAによって保障措置実施にかかる協力のための4者協定が調印された¹⁵⁾。ABACCの設立目的は、国際社会に対してブラジル及びアルゼンチン国内における原子力の平和利用を保証し、当該国間の公開性(Openness)を促進するとともに、他の地域に対する原子力平和利用を保証する制度モデルとなって、信頼と協力に基づく国際環境を確立することである。

ABACCの活動は、当該地域のニーズと特性に合致した相互査察や情報交換を行うことでIAEA保障措置実施コストの削減に最大限寄与してきた。ABACCは他の地域計量管理制度(RSACs: Regional Systems of Accounting for and Control of Nuclear Material)や国内計量管理制度(SSAC)と同様、IAEAとパートナー関係にある。現在は、柔軟かつ効率よく保障措置を実施することにより、IAEA保障措置における国レベルアプローチ(SLC: State Level Concept)の適用に向けた後押しをしている。

一方、EURATOM協定は1957年に発効し、その目的として、加盟国の協力の下で平和目的に限った原子力にかかる有意義で持続可能なプログラムを開発し、各国が原子力利用を推進するために資源を共有することが掲げられた。また、具体的な目標として、共同研究開発、共同トレーニング、原子力施設への統一安全基準の適用、原子力にかかる財源の安定化、および燃料供給保証が挙げられる。

EURATOM協定の条項ではこれらの目標を達成するための方策として、核セキュリティと核物質管理、協定の順守を検認するための相互査察プログラム、原子力の平和利用促進のための他国や他国際組織との協力義務等を定めている¹⁶⁾。このようにEURATOMにおける原子力活動の透明性は、内部プロセス及び他国や他国際組織との相互コミュニケーションや協力活動といった形で担保されている。

以上のとおり、ABACCとEURATOMではその協定の条項の多くが、共同研究開発、民生用原子力施設の相互査察、安全基準の確立と認証、核物質の授受等、国家間及びその国民の間での協力や共同作業を規定しており、これらの法的・制度的な地域枠組みにおいては、情報共有や透明性確保の活動は、法的な合意によって担保されていることを示している。これらの活動は、地域の緊張を緩和し、原子力プログラムの安全で安定した施行を後押しするものである。

4.2.2. アジア太平洋地域における非公式の地域協力枠組み

上述とおり、ABACC及びEURATOMにおける「透明性」は、法的に制度化された枠組みの中で、法的な合意により担保されている。一方、アジア太平洋地域における地域協力の多くが、アジア原子力安全ネットワーク(ANSN: Asian Nuclear Safety Network)やAPSNのような、任意あるいは自発的な非公式の取り組みとして推進されており、法的に制度化された枠組みは存在しない。2012年に開催された核セキュリティサミットでは、当該地域において核セキュリティに焦点を当てた枠組みが存在しないことの問題点について、多くの専門家から指摘がなされた¹⁷。この不在を埋める取り組みの一例として、アジア原子力協力フォーラム(FNCA: Forum for Nuclear Cooperation in Asia)が2012年に開催したワークショップが挙げられる。本項では、アジア太平洋地域における非公式の地域協力プログラムについて記す。

(1) アジア太平洋保障措置ネットワーク(APSIN)

2006年、オーストラリアはアジア太平洋経済協力(APEC: Asia Pacific Economic Cooperation)を通じてアジア太平洋地域における保障措置にかかる新組織の設立を呼びかけ、関係者は保障措置実施にかかる高い水準を促進することに重点を置いた自発的な専門組織を設立することで合意した。APSINは、2009年にそれまでの経験やグッドプラクティスを共有することで、加盟国が保障措置や関連技術にかかる専門知識や能力を向上させることを目的とした非公式な専門家ネットワークとして設立された¹⁸。なお、APSINの役割には、規制や査察の実施は含まれていない。APSINのメンバーにはオーストラリア、カナダ、中国、インドネシア、日本、マレーシア、ニュージーランド、フィリピン、韓国、ロシア、シンガポール、タイ、米国、ベトナムの政府、及び保障措置に係る研究開発や保障措置実施に関わる政府関連組織が含まれる。IAEAは、オブザーバーとして参加している。

(2) アジア原子力協力フォーラム(FNCA)

近隣アジア諸国との原子力分野の協力をより効率的・効果的に推進することを目的として、原子力委員会の主導により1990年3月に「第1回アジア地域原子力協力国際会議(ICNCA)」が開催された。これ以来、地域協力の進め方について原子力開発・利用を担当する大臣クラスが意見交換する場として、定期的にICNCAが開催され、同時に特定テーマについての実務的協力が実施されてきた。

これが母体となり、1999年3月に開催された第10回ICNCAにおいて、より効果的かつ組織的な協力活動への移行を企図して、新たな枠組みである「アジア原子力協力フォーラム(FNCA: Forum for Nuclear Cooperation in Asia)」への移行が合意された。参加国はオーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムであり¹⁹、現行体制の下(1)放射線利用開発(産業利用・環境利用、健康利用)、(2)研究炉利用開発、(3)原子力安全強化、(4)原子力基盤強化の各分野において、ワークショップ等で意見交換や情報交換を行ってきた。

2012年2月、FNCAは核セキュリティと保障措置にかかるワークショップを主催し、核セキュリティと保障措置の実施経験を共有することの重要性、関連する人材開発とインフラストラ

クチャー構築を支援することの重要性を強調した²⁰。ワークショップには、原子力安全と保障措置を担う省庁、核セキュリティと保障措置のトレーニングや技術支援のために設立された、あるいはその計画のある関連組織が参加した。

(3) アジア太平洋安全保障協力会議(CSCAP)

アジア太平洋安全保障協力会議(CSCAP: Council for Security Cooperation in the Asia Pacific)は、政府機関及び研究機関に属する者が私的な立場でアジア太平洋地域の安全保障に関連した情報交換を行うことを目的とした組織である。CSCAPの研究グループの1つ「アジア太平洋における大量破壊兵器の拡散への対抗(Countering the Proliferation of Weapons of Mass Destruction in the Asia Pacific)」²¹は大量破壊兵器の不拡散を中心に取り組んでおり、より緊密な地域協力と情報共有を目指した。また、1998年よりSNLの技術的主導により、各種原子力施設における環境放射線レベルの表示や施設のバーチャルツアー機能を含む「アジア太平洋における原子力活動の透明性(Nuclear Transparency in the Asia Pacific)」ウェブサイトの開発が行われ²²、JAEAが専門家を派遣することでこの取組みを支援した(3.3に詳述)。

(4) センター・オブ・エクセレンス(COE : Center of Excellence)

2010年の核セキュリティサミットにおいて、世界的な核セキュリティの向上を目的として、いくつかの国家がCOEの設立を宣言した。JAEAが2010年12月に設立した核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN : Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security)はその一例であり、国内関係者及びアジア太平洋地域を始めとする他の原子力新興国からの参加者を対象とした保障措置及び核セキュリティにかかるトレーニングを実施している。

ISCN以外にも世界の様々な地域で、COE及び類似組織(あるいはその計画)が存在する²³。これらの組織における取組みを調整し、グッドプラクティスやトレーニングの経験、その他非機微情報を共有し、核不拡散・核セキュリティ専門家のネットワークを効果的に築くことにより、数多く建設されているCOEはより効果的・効率的に成果を上げることができると考えられる。

2012年の核セキュリティサミットでは、アルジェリア、オーストラリア、カナダ、チリ、チェコ共和国、ドイツ、ハンガリー、インドネシア、イタリア、日本、ヨルダン、カザフスタン、韓国、リトアニア、マレーシア、メキシコ、モロッコ、オランダ、パキスタン、フィリピン、ウクライナ、アラブ首長国連邦、英国、米国から成る核セキュリティトレーニング支援センター(NSSCs: Nuclear Security Training and Support Centres)国際ネットワークに基づき、人材強化、機器の設置、核セキュリティ事象の検知及び対応にかかる支援等に関する協力を実施する旨の共同声明が出された。IAEAは、このネットワークの調整支援を行っている。

4.2.3. アジア太平洋地域における公式の地域協力枠組み構想

アジア太平洋地域においても、EURATOMと同様の構造や目的を持った原子力平和利用にかかる制度化された公式地域協力枠組みの構想が提案されてきたが、そのいずれも実現には至

らなかった。こうした提案には、アジア原子力地域協力機構(Asiatom)(カナダ、米国、オーストラリアは含まない)、太平洋原子力地域協力機構(PACATOM: Pacific Atomic Energy Community、カナダ、米国、オーストラリアを含む)、北東アジアにおける信頼構築に向けた核透明性の強化(ENTNEA: Enhancing Nuclear Transparency for Confidence Building in Northeast Asia)が含まれ、EURATOM 同様に透明性向上にかかる目標が枠組みの中に組み込まれている。本項では、これらの実現には至っていないアジア太平洋地域における公式の地域協力枠組み構想について記す。

(1) アジア原子力地域協力機構(Asiatom)

Asiatomは、プルトニウム利用の透明性に重点的に取り組むためのアジア版EURATOMとして提案された²⁴。この当初のアイデアを起点として、研究開発にかかる協力や調整、地域内の濃縮と再処理、燃料供給と廃棄物処理、安全基準、地域の信頼醸成やIAEA保障措置の負担軽減のための透明性強化など、地域の原子力協力、安全性、不拡散目標にかかる多様な目標が取り込まれていった。

(2) 太平洋原子力地域協力機構(PACATOM)

PACATOMは、CSCAPの信頼醸成及び安全保障の強化方策にかかる国際作業部会(International Working Group on Confidence and Security Building Measures)²⁵により提案された構想であり、情報共有、地域内の保障措置の実施、送電網の調整等を通じて、原子力に関する活動によって生じる緊張を緩和させ、原子力安全性、核セキュリティ、保障措置の地域協力を推進する枠組みとして提案された。

(3) 北東アジアにおける信頼構築に向けた原子力透明性の強化(ENTNEA)

Namら²⁶によって提唱されたENTNEAは、懸念のある分野にかかる情報を国家間で共有し、「既知」の範囲を拡大し明確化することで、緊張を軽減するという概念である。これによって、各国が存在しない脅威に反応することを避け、原子力施設に関わる環境、安全性、不拡散についての不確実な懸念を減少しようというものである。情報共有の手段として、文書やデータの交換が挙げられ、なかでも現地視察は特に関係者にとっては価値が高いとされた。ENTNEAにかかる提案では、協力できる可能性の高い分野として、原子炉の運転安全性、使用済燃料の安全性と核拡散の懸念、低レベル廃液の環境影響、原子力の一般公衆の受容などが挙げられている。

また、当該概念では、個別の課題や懸念に対する情報共有のニーズに応じた「非公式・段階的アプローチ」を推奨している。「非公式・段階的アプローチ」とは、まずは複数国家にまたがる技術的機関により、すべての関係者にとって有意義となりうる共同研究テーマ・学術的課題を特定する。特定されたテーマや課題に取り組む中で、関係者間で必要なコミュニケーションをとり目標を達成するために、技術的・管理的な情報共有プロセスが確立される。こうした協力を長年にわたって実施することで、経験や教訓が蓄積され、手順が改善されることにより協力体制が強化され、将来的に公的な ENTNEA の機関が形成されうる、というアプローチであ

る。

JAEA、DOE、KINAC 及び KAERI が共同で実施した ISF にかかる活動は、原子力の平和利用に関する理解を深め信頼を築くために、関係者間で共有されるべき特定の情報を確認するためのプロセスであり、ENTNEA が提唱するステップと類似した段階的アプローチがとられることとなった。これらの活動の詳細は、この後のセクションで述べる。

4.3. 情報共有メカニズムの調査と整理

ISF にかかる共同研究は 2011 年 12 月に東海村で開催された「透明性ワークショップ：情報共有フレームワークの開発」(2011 年ワークショップ)によって開始された。本ワークショップには、JAEA、SNL、韓国核不拡散核物質管理院(KINAC)、韓国原子力研究所(KAERI)、国際原子力機関(IAEA)、パシフィック・ノースウェスト国立研究所(PNNL)が参加した。参加者らは、ISF の目的、ニーズ、オーディエンス(情報授受者)、共有される情報のタイプ、情報共有の方法、およびフレームワークを構築する共通の基盤を作るためのその他のトピックについて討議した。

中でも本ワークショップでは情報共有の方法、すなわち情報共有メカニズムに着目し、「直接対面(face-to-face)方式」と「ウェブ利用(web-based)方式」のそれぞれについて検討がなされた。その後 JAEA は、ワークショップにおける議論を踏まえ、この 2 つの情報共有メカニズムの特徴についてさらなる分析を行い、地域内の透明性に資する ISF を構築する上で、直接対面方式とウェブ利用方式をどのように利用することが好ましいかを考察した。本項ではこれらの情報共有メカニズムにかかる検討内容について簡単に記す。(詳細は、川久保らによる“Development of Information Sharing Framework- Communication Strategies²⁶⁾”参照)

4.3.1. 2つの情報共有メカニズム

上述の 2011 年の透明性ワークショップでは、地域の透明性向上につながりうる情報共有の方法(情報共有メカニズム)をリストアップしたうえで、それらの特徴について議論がなされた。これらの情報共有の方法は、以下に記す「直接対面(face-to-face)方式」と「ウェブ利用(web-based)方式」に分類できる。

(1) 直接対面(face-to-face)方式

face-to-face 方式は、人々が同一の場所に集まって直接情報を交換する方法であり、ワークショップ、会議、人員の交換や相互交流、共同研究プロジェクト、現地視察などが含まれる。これらの face-to-face 方式のいくつかについて、透明性向上の目的で実施された過去の例を挙げながら以下に記す。

ワークショップ

ワークショップは典型的な face-to-face での情報交換形式であり、関係者が一堂に会して共同で議論、問題解決、作業等を行うことである。前述の 2011 年ワークショップ(図 4.1)はその 1 例であり、本ワークショップでの双方向的なコミュニケーションを通して、参加者らは効率



図 4.1 2011 年ワークショップ

的かつ効果的にフレームワークの基本条件について合意が得られた。また、周辺情報として、互いの所属機関の近況や、透明性に関連する過去の活動及びそこから得られた教訓、相互の関心事項等を共有することで、本プロジェクトを共同で進めるための共通基盤・共通理解を築いた。

なおJAEAはこれまで当該地域における透明性向上を目的としたワークショップを数多く開催しており、近年では、2008年東京における「アジア太平洋地域の核不拡散のための透明性技術に関するワークショップ」²⁷や、2009年韓国の大田(Daejeon)における「核不拡散の透明性のための地域協力に関する共同技術会議」²⁸において、透明性に関する合意形成や共通理解の促進等の成果を上げている。

人員の交換・相互交流

人員の交換や相互交流も原子力の透明性向上に資するface-to-face方式の情報共有メカニズムの1つと考えられる。たとえば、JAEAの核不拡散科学技術センター(現ISCN：核不拡散・核セキュリティ総合支援センター)は1988年以来、継続的に米国の国立研究所の専門家を招聘して共同で業務を行っている²⁹。これらの専門家は、ISCNと米国の関係機関の頻繁なコミュニケーションを維持し、親密な関係を築く上で大きな貢献をしており、また招聘期間が終了し、専門家が自国の組織に帰った後にも良好な関係が維持されている。

このように、人員の交換・相互交流は機関同士の長期的かつ強固な関係を築く上で重要な役割を果たしてきており、恒常的なコミュニケーションチャンネルが保持されていることは透明性向上における重要要素である。ただし、人員の交換には交通費、生活費、宿泊費という面で多くの資源を必要とすることは留意に値するであろう。

以上に記した例の通り、face-to-face方式ならば、参加者は直接的で双方向的な情報交換を行うことができるという大きな利点があるが、一方で関係者の移動、労働、宿泊の時間と資源を必要とするという欠点があることが自明である。

また、近年「半face-to-faceコミュニケーション方式」とも位置付けられるような、電話会議やビデオ会議システムが一般化している。これらの使用により、関係者は移動のコストを払うことなく、より頻繁に双方向的コミュニケーションを行うことができる。ただし、これらのシステムを利用するためには、ユーザーが必要なシステムを構築しなければならず、設備の購入・技術的なサポートが必要になる。

(2) ウェブ利用(web-based)方式

ウェブ利用方式は、ウェブサイト、オンラインデータベース、バーチャルツアー、遠隔監視、電子メールなどを含め、インターネットを通して情報を共有する方法である。以下に、これらのいくつかについて、透明性向上の目的で実施された過去の例を挙げながら説明する。

文部科学省(現原子力規制委員会)による空間放射線データ閲覧システム



図 4.2 原子力委員会のリアルタイム空間放射線量システム

文部科学省は、東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、空間放射線量モニタリングポスト、浮遊塵埃サンプリング、海洋放射線量モニタリングなどのデータを継続的に収集、編纂し、公開してきた。現在

もこれらのデータは「全国及び福島県の空間放射線量測定結果」として原子力規制委員会のウェブサイトで閲覧可能である(図 4.2)³⁰。ユーザーがマップ上の特定の場所を選ぶと、その地域内で最も近いモニタリングポストから得られた空間放射線量、および過去のデータと傾向を示すグラフが画面上に表示される。この空間放射線量データは 10 分ごとに更新される。このようなタイムリーな情報提供により、一般住民が各自の好きな時間に情報にアクセスし、その時点の放射線レベルが許容可能なものかどうかを独自に判断することを可能にしている。

バーチャルツアー、ビデオクリップ、写真その他の視覚ツール



図 4.3 JAEA の高速増殖原型炉「もんじゅ」のパノラマ写真

web-based方式ではバーチャルツアー、ビデオクリップ、写真、その他の視覚ツールも利用可能である。その 1 例として図 4.3 に、JAEAの高速増殖原型炉「もんじゅ」のニ

アリアルタイム・パノラマ写真を示す。この写真は 15 分ごとに更新される³¹。こうした視覚ツールは、ユーザーに対して文字から得られる情報以上の鮮明なイメージを与える点で有益である。

また、視覚ツールは、パン・チルト(カメラを上下左右に動かす)、ズーム、「フライスルー(fly-through)」、他の機能を通して動画として提供したり、施設バーチャルツアーとして提供したりすることもできる。このように視覚ツールを有効活用することで、ユーザーに対して施設訪問に準じた経験を提供することが可能となる。また、これは現場に訪問者を受け入れる施設事業者側の労力を軽減するという利点もある。

ただし、9.11 同時多発テロ事件後これらの視覚ツールを備えたウェブサイトの多くは核セキュリティに関する懸念の高まりとともに閉鎖されている。

ウェブサイトポータル

JAEAは、専門家間で核不拡散に関連する情報を共有する目的で、2007年に「地域核不拡透明性遠隔監視技術ウェブサイトポータル(ポータル)」を設置した(3.2.2 (2)に詳述)。このポータルは、誰でもアクセスできる一般エリアと、登録されたIPアドレスと配布されたパスワードを持つ許可されたメンバー(DOE-JAEA共同研究関係者)のみがアクセスできる保護エリアの2つ

のセキュリティレベルに分かれている。一般エリアには、透明性概念の紹介、透明性技術の説明、関連するウェブサイトへのリンクなど、総合的な情報が掲載されている一方、保護エリアには、共同研究プロジェクトの概要、施設画像のリモートビューイング、過去のワークショップの文書など、より専門的な情報が含まれている³²。

web-based 方式は間接的で一方向的なコミュニケーションになるため、事前に閲覧者のニーズ等を十分に調査しそれに適した内容を提供することが重要である。これによって、関係者が移動のコストを払うことなく、情報をタイムリーに授受できる。ただし、web-based 方式のみで双方向的な議論や合意形成を行うことは効率的でないと考えられる。

4.3.2. face-to-face方式とweb-based方式の比較

(1) face-to-face 方式の利点と欠点

face-to-face 方式では、参加者がその場で直接情報をやり取りできるため誤解が生じにくく、また情報の受け手がその場で関連情報の追加や情報の明確化を要求することができるため、受け手のニーズに合致した情報のやり取りが可能である。また、face-to-face 方式であれば情報にアクセスできる者を制限することが容易であり、インターネットを介した場合の情報セキュリティを気にすることなく情報のやりとりができる。もう一つの重要な利点は、参加者間に強固で長期的な関係が築かれ、恒常的なコミュニケーションチャンネルとなりうるということである。一方、主な欠点は移動にかかる人的・資金的コストであり、そのために会合の頻度が制約される。

(2) web-based 方式の利点と欠点

web-based 方式は、インターネットを通して情報の提供者と受け手の間に一方向的で間接的なコミュニケーションを可能にする。情報の提供者と受け手が一堂に会する必要はないため、移動の費用と時間が節約され、情報がタイムリーに、両者にとって都合のいい形式(文書、図表、動画、他)で提供される。また、情報の受け手は自分に関心のある情報を自分のペースで取得することができるため、測定データ等、解析や問題の理解に時間を要する情報の交換に適している。web-based 方式のもう 1 つの利点は、大容量の情報をサーバー上に保存することができ、インターネットにアクセスさえできればいつでもどこでも共有できるということである。一方主な欠点は、ウェブシステムの構築と維持管理や、誤解を生まないような適切なコンテンツの選択等の負担が情報提供者側に生じることであろう。また、すべての関係者が、情報の悪用を防ぐ一定レベルの情報セキュリティを担保するよう努めることが不可欠である。

以上に記した face-to-face 方式及び web-based 方式それぞれの利点と欠点を表 4.1 にまとめる。どちらの方式にもそれぞれの利点と欠点がある。したがって、効率的・効果的な情報共有フレームワークを設計・構築するためには、目的、参加組織、共有される情報のタイプ等を鑑みて face-to-face 方式と web-based 方式の最適な組み合わせを見出すことが重要である。

表 4.1 face-to-face 方式と web-based 方式の利点と欠点

	利点	欠点
face-to-face 方式	<ul style="list-style-type: none"> ・双方向的な議論と質疑応答によって情報を正確に共有することができる。 ・受け手の要請に基づいて情報を提供することができる。 ・情報の提供者がフィードバック、意見、付加的な情報を得ることができる。 ・情報をセキュアな形で共有することができる。 ・議論や合意形成に適している。 ・直接的な体験が可能である。(施設訪問等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の提供者/受け手の移動コストがかかる。 ・頻度に限度がある。 ・共有される情報の量が限られる。 ・データなど、理解に時間を要する詳細な情報の共有には適さない。
web-based 方式	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の提供者/受け手の移動が不要。 ・インターネットに接続できれば、いつでもどこでも情報の授受ができる。 ・ユーザーが自分の関心やペースに従って情報を受け取ることができる。 ・大量の情報をサーバー上に保管し、共有することができる。 ・情報の提供者側で提供する情報をある程度制限できる。 ・システムティックにフィードバックを集計できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報提供側に以下の負担が生じる。 <ul style="list-style-type: none"> - 設備の調達を含め、システムの構築 - システムとその変更または更新を正式に許可する手順の確立 - システムの保守 ・以下を避けるために情報提供側はシステムに対策を講じる必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> - 誤解 - 情報の悪用や改ざん ・ユーザー側に、必要な情報を探す労力が必要。 ・迅速なフィードバックを得ることが難しい。

4.3.3. web-based方式の技術的課題

上述のとおり web-based 方式は非常に有用な情報共有の手段である一方、常に IT セキュリティの問題が付随するため、IT 専門家との密接な連携により継続的に情報セキュリティを向上させる手段を講じることが重要である。また、複数組織が使用するウェブ上のツールを開設する場合、このツールは参加組織それぞれの持つセキュリティポリシーすべてに適合するものである必要があるだろう。ここでは、ISF に web-based 方式を採用した場合に考慮すべき IT セキュリティ上の課題について述べる。

(1) IT セキュリティ上の課題対処のための JAEA における過去の取り組み(VPN の適用)

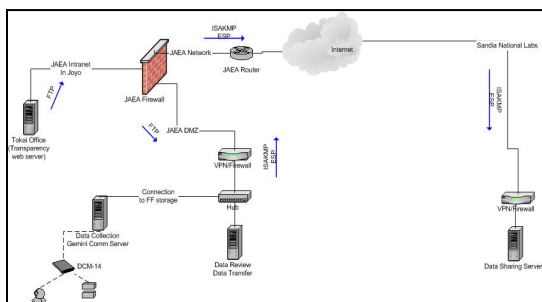


図 4.4 「常陽」遠隔監視システムからのデータ転送の様子

インターネットを介したデータ通信には第三者による傍受や改ざんのリスクがある。このリスクを低減する方策の1つが、仮想プライベートネットワーク(VPN: Virtual Private Network)の適用である。JAEA と SNL は、JAEA の高速実験炉「常陽」遠隔監視システムと SNL サーバーの間に VPN システムを構築し、保護されたデータ通信の実証試験を実施した(図 4.4)。(3.2 に詳述)

(2) 複数機関参加型のフレームワーク

3.2.2.(3)に詳述の通り、JAEA は地域内の複数組織間による情報共有を促進するために、試験的に遠隔監視ネットワークのポータルサイトの構築・運用を行った。ただし、これは JAEA が SNL の関係者及び一般公衆に向けて情報を発信することを念頭に置いた設計であり、複数組織が情報の提供・受信を行えるフレームワークに拡大するためにはいくつかの改良が必要である。ここでは、複数組織が情報の授受を行うことを目的としたウェブサイトの構造例を、情報管理の観点から示す。

① 1つの代表組織が運営するウェブサイト(図 4.5)

複数組織が情報を授受するウェブサイトを管理する場合、参加組織の1つ(以下、管理者)が代表してウェブサーバーの準備、システムの構築、コンテンツの管理を一括して行う方式が最もシンプルな形であろう。

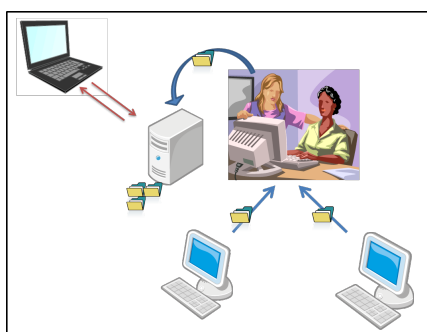


図 4.5 複数組織参加ウェブサイトの構造 - 例 1

管理者以外の参加組織がコンテンツを提供したい、またはコンテンツを更新したい場合には、管理者に情報を送り、管理者がウェブサーバー上にその情報をアップロードする。

この方式の難点は、1)管理者を通してコンテンツがアップロードされるため更新に時間と労力を要する、2)管理者のウェブサーバーに情報が保管されるため、知的所有権の問題が発生する可能性がある、等が挙げられる。

② 組織ごとに情報を管理するウェブサイト(図 4.6)

各参加組織がそれぞれ独自にウェブサーバーを準備し、システムを構築し、コンテンツをアップロードして管理する。参加組織の一つが代表してウェブサイトポータルを作成・提供し、各コンテンツへのリンクがウェブポータル上に表示される。

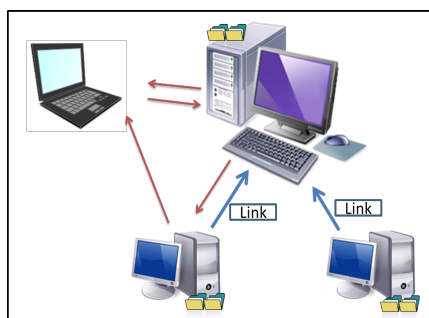


図 4.6 複数組織参加ウェブサイトの構造 - 例 2

ユーザーはウェブサイトポータルを訪れ、対応するリンクをクリックすることによって、希望するコンテンツへジャンプすることができる。

この方式の利点は、情報がその所有者の管理下に留まる

ため、所有者が自分たちでその更新、置き換え、削除を行えること、知的所有権の問題を回避できること、またデータ容量の負担を分担することができること等が挙げられる。

③ その他

複数機関による情報共有を目的としたウェブサイトの管理方法は上記以外にも多く考えられる。クラウドコンピューティングの利用も一つのオプションであろう。

また、ウェブサイトに提供されるコンテンツが客観的事実であること、偏った情報でないことを担保するために、情報共有の取り組みに参画していない第三者(IAEA や非政府組織)がウェブサイトの管理をすることも有効かもしれない。

4.3.4. 情報共有メカニズムの分析から得られたISF構築に対する知見

4.3 節では、地域の透明性を向上させることを目的として、米国、日本および韓国の関係組織間で核不拡散関連情報を共有するフレームワークの確立を支援するため、2 つの情報共有方式、すなわち「直接対面」方式と「ウェブ利用」方式の特徴を分析した結果を示した。この分析の結果は、それぞれの方式に独自の利点と欠点があり、フレームワークの目的とニーズに従ってそれらの最適な組み合わせを見出すことが重要であるということを明確に示している。また、ウェブ利用方式は費用対効果の高いタイムリーな方法で大量の情報を提供できる有益なツールであるが、効果的、効率的かつ持続可能なフレームワークを確立するためにはやはり直接対面コミュニケーションも重要であることが明らかである。

4.4. 潜在的利害関係者(情報の提供者 / 受け手)へのニーズ調査³³

透明性は、先に記した定義のとおり自主的な活動であり、強制的・法制度的な義務から発したのではない。したがって ISF が持続可能な形で実行されるためには、それが有用、有意義かつ実行可能であると利害関係者(ここでは ISF を通じた情報の提供者並びに受け手を意味することとする)に認識される必要がある。ゆえに、共有される具体的な情報、情報共有メカニズム、更新の頻度等、情報共有を行う際の重要な要素について、情報の提供者と受け手の両者が「良し」とするものを選択する必要がある。

こうした認識を基に、プロジェクトパートナー機関である SNL と JAEA は、それぞれの組織内で ISF の主な利害関係者と考えられる核不拡散の専門家に対してオンライン・アンケート調査(SNL)及び面接聞き取り調査(JAEA)を行った。その目的は、利害関係者の ISF に対するニーズ、期待事項、懸念を特定し、ISF の設計に取り入れることで、有意義で持続可能な ISF を構築することであった。本項では、代表して JAEA が行ったニーズ調査の結果を記す。

4.4.1. 調査の概要

(1) 目的

本調査の目的は、ISF に対するニーズ、期待事項、懸念を含む、ISF を設計する上で重要な検討事項に関する利害関係者の所見を集約することであった。本調査により得られた成果と教訓は、次のステップである ISF の構築と実施の段階で適切に取り入れられることになる。

(2) JAEA における聞き取り調査の対象者

JAEA は ISF の利害関係者となる可能性のある者に対して面接式の聞き取り調査を行った。4.1 において述べたとおり、ISF の主たる利害関係者はトラック II 組織内の核不拡散専門家に焦点を絞ることで合意されているため、これに該当する者として JAEA は次の 3 つの分野の専門家を調査の対象者として選択した。

- ・ 保障措置を含む核不拡散技術に関する研究開発
- ・ 核セキュリティ関連技術の研究開発、および核セキュリティに関する施策の調整・実施
- ・ 核不拡散と核セキュリティに関するトレーニングの企画・実施

(3) 質問内容

JAEA は、ISF を通じた情報共有に対する将来的・潜在的なニーズを含む利害関係者の関心を把握するため、「現在すでに実施している情報共有」および「将来行ってみたい情報共有」に分けて聞き取り調査を行った。その質問表を表 4.2 に示す。

また、情報共有は双方向的な活動であることから、理論的にはすべての利害関係者が情報の提供者と受け手の両方の役割を果たすことになる。したがって、調査対象者には、情報提供者の視点と受け手の視点の両方から質問に回答してもらうこととした。

表 4.2 調査で用いた質問表 (1/2)

1. 現在すでに実施している情報共有	
役割	質問
1.1 情報の提供者として	1.1.1 どのような種類の情報が提供されているか 1.1.2 その情報の受け手は誰か 1.1.3 その情報を提供する動機は何か 1.1.4 その情報を提供するためにどのようなツールが用いられているか 1.1.5 どのような頻度でその情報を提供または更新しているか
1.2 情報の受け手として	1.2.1 どのような種類の情報を受け取っているか 1.2.2 その情報の提供者は誰か 1.2.3 どのような期待事項／ニーズに基づいてその情報を受け取っているか 1.2.4 その情報を受け取るためにどのようなツールが用いられているか 1.2.5 どのような頻度でその情報を受け取っているか
2. 将来行ってみたい情報共有	
2.1 情報の提供者として	2.1.1 どのような情報が提供される可能性があると思われるか 2.1.2 その情報の受け手は誰か 2.1.3 その情報を提供する動機は何か 2.1.4 その情報を提供するためにどのようなツールが最適と思われるか 2.1.5 どのような頻度でその情報の提供または更新が行われると思われるか

表 4.2 調査で用いた質問表 (2/2)

<p>2.2 情報の受け手として</p>	<p>2.2.1 新たにどのような情報が提供されれば有益だと思われるか 2.2.2 その情報の提供者は誰か 2.2.3 どのような期待事項／ニーズに基づいてその情報が受け取られるか 2.2.4 その情報を受け取るにはどのようなツールが最適だと思われるか 2.2.5 どのような頻度でその情報を受け取りたいと考えるか</p>
-----------------------------	--

4.4.2. 調査結果

表 4.3 に現在行っている情報共有に関する回答を、表 4.4 に将来的な情報共有に関する回答を示す。尚、両表における (1)、(2)、(3)は、4.4.1(2)に記した以下の分野に従事する聞き取り対象者を表わす。

- (1) 保障措置を含む核不拡散技術に関する研究開発
- (2) 核セキュリティ関連技術の研究開発、および核セキュリティに関する施策の調整・実施
- (3) 核不拡散と核セキュリティに関するトレーニングの企画・実施

表 4.3 調査結果 [現在行っている情報共有] (1/2)

	共有される情報	受け手/提供者	コミュニケーションの方式	頻度	提供の動機/受取りの利益
(1)	<p>[透明性]</p> <ul style="list-style-type: none"> 組織近況、関連ニュース、イベント情報(提供/受取り) 	<p>SNL、KINAC、KAERIの核不拡散専門家</p>	<ul style="list-style-type: none"> ワークショップ ウェブページ 電話会議 	<ul style="list-style-type: none"> 年1回 月1~2回 月1回 	<ul style="list-style-type: none"> 透明性向上への積極的な姿勢を示すこと、および信頼醸成を促進すること(提供者) パートナー機関の状況をより正確に理解すること(受け手)
	<p>[共同研究開発]</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究開発の進捗状況 将来的な共同研究ニーズ 研究に必要な情報、データ、知識(提供/受取り) 	<p>米国 DOE、米国立研究所、IAEAの担当者</p>	<ul style="list-style-type: none"> 専門家会議 電子メール 	<ul style="list-style-type: none"> 年1~2回 必要に応じて随時 	<ul style="list-style-type: none"> 関係者間で進捗のレビューを行い、将来的なニーズを共有することにより、共同研究開発をより戦略的に計画し、効率的に実行すること(提供/受け手) 必要な情報の交換とフィードバックを通して共同研究の目標を効率的に達成すること(提供/受け手)
	<ul style="list-style-type: none"> カントリレポート、組織近況、加盟国における核燃料サイクル施設(提供/受取り) 	<p>多国間の枠組みの参加者</p>	<ul style="list-style-type: none"> 専門家会議 電子メール 	<ul style="list-style-type: none"> 年1回 	<ul style="list-style-type: none"> 透明性向上への積極的な姿勢を示すこと、および信頼醸成を促進すること(提供者) パートナー機関の状況をより正確に理解すること(受け手)
	<ul style="list-style-type: none"> JAEAとその個別施設の概要(提供) 	<p>核不拡散専門家</p>	<ul style="list-style-type: none"> 視察 	<ul style="list-style-type: none"> 随時 	<ul style="list-style-type: none"> JAEAの openness(公開性)をデモンストレーションすること(提供者)

表 4.3 調査結果 [現在行っている情報共有] (2/2)

	共有される情報	受け手/提供者	コミュニケーションの方式	頻度	提供の動機/受取りの利益
(2)	<p>[共同研究開発]</p> <ul style="list-style-type: none"> 核セキュリティシステムの評価に必要な情報とデータ(提供) 核セキュリティシステムの改善のための提案や意見(受取り) <p>[PPのベストプラクティス]</p> <ul style="list-style-type: none"> PP強化に関する経験と教訓*1(提供/受取り) 	<p>米国立研究所</p> <p>関係者で合意された機関</p>	<ul style="list-style-type: none"> 会議 電子メール 	<ul style="list-style-type: none"> 年 1~2 回 年 1~2 回 	<ul style="list-style-type: none"> 必要な情報を提供しフィードバックを得ることにより、PP強化にかかると共同研究を前進させること(提供者/受け手) 受け手のニーズに基づいて選択されたPP強化に関する経験や教訓を提供することにより、原子力業界全体として核セキュリティを向上させること(提供者)
(3)	<p>[共同トレーニング]</p> <ul style="list-style-type: none"> JAEAのトレーニングに関する情報、カリキュラムに対するニーズ(提供) カリキュラムに関する提案、意見、フィードバック(受取り) <p>[トレーニングと教育]</p> <ul style="list-style-type: none"> トレーニングに対するニーズ(受取り) 保障措置やPPに関する一般的な概念、法的枠組み、実施(提供) <p>[多国間フレームワーク]</p> <ul style="list-style-type: none"> トレーニングに関する活動、経験、教訓の概要(提供) 	<p>米国立研究所</p> <p>原子力新興国の規制機関</p>	<ul style="list-style-type: none"> トレーニングが実施される際のサイドミーティング 電子メール トレーシング トレース 	<ul style="list-style-type: none"> 年 2~3 回 随時 年 1~2 回 	<ul style="list-style-type: none"> 必要な情報を提供しフィードバックを得ることにより、核セキュリティに関するトレーニングカリキュラムの開発および実施に関する共同活動を前進させること(提供者/受け手) それぞれの組織のニーズに合致したトレーニングカリキュラムを開発すること(受け手) 原子力新興国の能力構築を支援すること、国際貢献と国際協力の推進(提供者) 活動の理解を深め、核不拡散の文化を促進すること

*1 追加コメント：情報の受け手が個別の施設を特定できないよう、情報が適切に処理されている必要がある。

表 4.4 調査結果 [将来的な情報共有]

	共有される情報	提供者/受け手	コミュニケーションのツール	頻度	動機
(1)	<p>[透明性]</p> <ul style="list-style-type: none"> 核不拡散と保障措置に関する公開論文および資料(ペーパーリスト、関連する会議のアジェンダ等)(提供/受取り) 	SNL, KINAC, KAERI の核不拡散専門家	ウェブサイト	<ul style="list-style-type: none"> 随時更新 年 1 回レビュ 	<ul style="list-style-type: none"> 理解をより正確にし、信頼醸成を促進すること
(2)	<p>[政府との協力]</p> <ul style="list-style-type: none"> PP に関する設備、手段、実施状況(提供) <p>[PP のベストプラクティス]</p> <ul style="list-style-type: none"> RI を含めた核セキュリティに関する研究開発と実施に関する経験、教訓、ベストプラクティス(提供/受取り)*2 <p>[核セキュリティの情報収集]</p> <ul style="list-style-type: none"> 核テロ、不法行為(侵入、不審物、破壊行為など)等の発生に関する予測情報(提供/受取り)*2 	規制機関等 関連組織の核セキュリティ専門家	<ul style="list-style-type: none"> 直接対面による公式のコミュニケーション 直接対面による会合 	<ul style="list-style-type: none"> 国内法の改正時または国際的な勧告が行われたとき 随時 	<ul style="list-style-type: none"> 国内法に反映できるよう、原子力事業者にとつての現実的なニーズと状況を知らせること PP の研究開発と実施を改善・強化すること
(3)	<p>[COE の調整]</p> <ul style="list-style-type: none"> COE(センター・オブ・エクセレンス)の実施範囲、トレーニングのスケジュールやカリキュラム、設備、将来計画 	COE のプロジェクトにかかわるスタッフ	<ul style="list-style-type: none"> 認証、保護されたウェブサイトを電子メール 直接対面による会合 電子メール 	<ul style="list-style-type: none"> 年 1~2 回 	<ul style="list-style-type: none"> 各国の COE が足並みをそろえ、重複を避け、協力分野を見つけていくこと

*2 追加コメント: 核セキュリティ、特に PP に関する情報は機微情報を含みうるが、一方でこうした機微情報以外の部分で、水平展開すると有用な情報もあるはずである。

4.4.3. 聞き取り調査の成果と考察

聞き取り調査の結果から、JAEA はすでに他組織の専門家等と保障措置および核セキュリティに関する情報共有を多く行っていること、また将来更なる情報共有へのニーズがあることが明らかになった。要点を以下にまとめる。

情報共有にかかる現在の活動

(1) 持続可能で意味のある情報共有を行うための「ニーズ中心」のアプローチ(Needs-oriented approach)

情報の受け手のニーズは、各取り組みの範囲と目的によって異なっており、現在実施されている情報共有のほとんどは受け手側の具体的なニーズに基づいて、計画・開始されたものである。

我々は調査対象者に対し、表 4.2 に示した質問表に加え、情報共有に対する当初の目的が達成されたか否か、またその活動が当事者間の信頼醸成に貢献したか否かという二つの観点から、情報の「受取り」の満足度を 0 点から 5 点で評価するよう求めた。その結果はすべて 4 点ないし 5 点であった。このように満足度が高かったことは、信頼醸成とそもそものニーズの実現という両側面から、受け手のニーズに基づく情報共有が有益であると関係者間で認識されていることを示している。

したがって、ISF を持続可能で意味のある信頼醸成のプラットフォームにするためには、ISF の構築においても受け手のニーズに基づいた情報を選択することが重要である。

(2) 情報共有メカニズム

情報共有メカニズムは前述とおり、「face-to-face」と「web-based」に分類することができる²⁶。どちらもそれぞれ利点と欠点があることから、現行の情報共有では、目的、内容、その他の背景にしたがい適切なメカニズムが選択されている。

1) face-to-face メカニズム

「face-to-face」メカニズムにより、利害関係者は双方向的なコミュニケーションを通じて、そのとき、その場所で、受け手のニーズに対応した情報を交換することができる。したがって、共同研究開発やトレーニング・教育に関しては、議論や直接コミュニケーションに適した「face-to-face」メカニズムが優先的に用いられている。

「face-to-face」のもう 1 つの重要な利点は、情報セキュリティ対策が課題となる「web-based」と異なり、参加者を合意が得られた人々に限定することによって、限られたオーディエンスの間で比較的情報セキュリティが高い形で情報を共有できるということである。したがって、核セキュリティ分野等、情報セキュリティと情報保護が重要である分野においては、専門家間での「face-to-face」の会合が設けられている。また、この方式の主な欠点の 1 つである移動の費用と時間は、他の国際会議やワークショップなどの機会に「サイドミーティング」を開くことによって減らすことができると指摘された。

2) web-based メカニズム

APSN や FNCA などの地域協力枠組みでは、ウェブサイトやオンラインライブラリーが補完

的に利用されていた。web-based ツールは複数のユーザーが同時に大量の情報を共有できるため、複数者間で情報共有を行うのに便利なツールである一方、情報提供者に設備の購入や、インフラの確立及び維持するという負担が生じるため、自主的な取り組みに於いては長期的な運営が難しいという側面がある。

APSN や FNCA などの枠組みでは、事務局がウェブサイト等の設立・維持において主導的な役割を果たすことで上述の課題を克服している。ISF は、既存のウェブ利用方式の活用を含め、APSN や FNCA 等の既存の枠組みとの協力を検討する必要がある。

情報共有の将来的なニーズ

(1) 核セキュリティの分野における情報共有

核セキュリティは、機微情報の保護が特に重要となる分野である。核セキュリティの専門家は、この問題を十分に認識した上でなお、一定の条件下で情報共有を実施することにより国際的な核セキュリティ強化に資する情報分野があると指摘した。例えば、PPに関する研究開発や実施から得られたベストプラクティスや教訓等は、機微情報や施設の詳細情報を共有することなく、PPシステムを改善するための貴重な洞察を専門家に与えるものである。また、核セキュリティを強化する他国の努力、たとえばINFCIRC/225³⁴ が国内法にどのように取り入れられているかを知ることは、他国の核セキュリティへの取り組みについて信頼感を高めることになり、それが地域の信頼醸成を促進する。

核セキュリティ専門家への聞き取り調査において、これらの情報を共有する場合の留意点として下記が挙げられた。

- ・ 情報は、関連情報を適切に理解・活用できる核セキュリティ専門家の間だけで共有されるべきである。
- ・ 情報の受け手は、情報の管理と保護を定める一定の協定に合意すべきである。
- ・ 情報の提供者は、機微情報に抵触しない情報を慎重に選ぶか、あるいは受け手が具体的な施設を想定できないように情報を一般化すべきである。
- ・ 電子メールやウェブサイトなど、インターネットを通じて情報が伝達される場合には、第三者による情報の窃盗や改ざんを避けるために適切な情報セキュリティ対策が取られるべきである。
- ・ 専門家が直接顔を合わせて話し合うのは、情報セキュリティと保護の問題を軽減するすぐれた情報共有方法になりうる。

(2) COE(センター・オブ・エクセレンス)の調整の必要性

2010年12月、国際的なセンター・オブ・エクセレンス(COE: Center of Excellence)として、JAEA内に核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)が設置された。これはアジア地域を中心とした各国の核不拡散と核セキュリティにかかるインフラ整備のために、人材開発プログラムを実施することを主な役割としている。現在、中国や韓国を含むアジア太平洋地域の他の国々も核セキュリティにかかるCOEを設立(または計画)している。専門家への聞き取り調査においては、このような状況下でCOEの設立と活動を成功させるためには、同様のイニシ

アチブの間での密接なコミュニケーションを通じて、以下のような点について適切な調整を行うことが重要であると指摘された。

- ・ トレーニングスケジュールの重複を避けること
- ・ 各国が強みとする分野を明らかにした上で、各 COE のカリキュラムを差別化すること
- ・ 内容や専門用語の用法の矛盾を避けること
- ・ 長期的に協力可能な分野を見出すこと

地域内の複数の組織と調整を行う必要があることから、関連情報を共有する持続可能なフレームワークを構築することが期待されている。

4.4.4. ISFプロジェクトへのフィードバック

ISF の設計に反映させるべき聞き取り調査から得られたフィードバックは次のとおりまとめられる。

- ・ ISF で共有される情報は、主に受け手のニーズに基づいて選択されるべきである。受け手のニーズに合致する情報から、提供者は提供可能な情報・コンテンツを特定し、その性格を考慮して適切な情報共有メカニズムを選ぶ。実現可能性と持続可能性を確保するために、受け手と提供者が相互に利益を得られる情報のカテゴリをみつけることが重要である。
- ・ 情報共有を実施するには、情報セキュリティ、情報保護、知的所有権など、情報の提供者と受け手両者の懸念事項の対処方針を定めた取決めについて、すべてのオーディエンスがそれに合意すべきである。
- ・ ISF は、効率的な情報共有メカニズムの構築及び管理(既存ウェブサイトの利用等)に関して、APSN をはじめとする既存の制度化されたイニシアチブとの協力を検討すべきである。
- ・ ISF は、web-based メカニズムによる情報共有だけではなく、face-to-face メカニズムも取り入れるべきである。特に、情報セキュリティや情報保護を必要とする情報に関しては、専門家会合を通じた情報共有など直接の伝達が有効である。
- ・ 利害関係者、情報共有メカニズム、対処されるべき懸念事項、情報更新の頻度など、ISF が持つべき重要な特徴は、情報の種類によって異なると思われる。したがって、ISF を設計する際には、それぞれの情報の種類ごとにこれらの特徴が特定されることが望ましいと考えられる。

4.5. 要求事項の作成

PAS-16 の取り組みとして、プロジェクトパートナーは 4.2~4.4 で記した各種検討・調査結果から得られた知見を踏まえ、ISF の構築及び ISF を用いた情報共有実施のための要求事項を作成した。

4.5.1. 概要

(1) ISF 要求事項作成に至った経緯

現在に至るまで、原子力分野における透明性向上の取り組みは世界で数多く実施され、情報共有を目的とした枠組み作りも多くなされてきたが、活発かつ有意義な形で長期にわたり継続

できた取り組み例は多くない³⁵。その要因として、枠組み構築のための体系的なアプローチがないこと、また透明性のプロセスが自主的なものであるためにその取り組みの持続可能性の担保が困難であることが挙げられる。

プロジェクトパートナーは、こうした過去の経緯を踏まえ、ISFを「持続可能」な枠組みとするべく「体系的に設計・構築・実践する体系的アプローチ」として「要求事項」を作成することとした。

(2) ISF 要求事項作成の前提

原子力分野における透明性はその定義上、3S(安全性(safety)、保障措置(safeguards)、核セキュリティ(security))すべてを対象とし、その利害関係者もトラック I、トラック II、トラック III すべてを包含する広範な概念である⁶。当然、取り組みの目的、共有する情報の種類、必要な情報セキュリティレベルなど ISF を設計する際に考慮すべき要素の多くが、分野(安全性、保障措置、核セキュリティいずれか)や対象(トラック I、トラック II、トラック III のいずれか)により異なってくる。したがって、本プロジェクトにおいては主要な利害関係者(情報の提供者・受け手)をトラック II の組織に属する「専門家」に、情報の種類を核不拡散(Safeguards および Security)に焦点を合わせることにした。

(3) 要求事項作成時に考慮した点

要求事項は ISF の設計、構築および実践の道標となるものである。したがって、ISF を効果的なものにするためには、透明性にかかる取り組みは制度に基づかない自主的な活動であること、また情報共有のための体系的アプローチがないこと等の固有の課題を認識した上で要求事項を作成する必要がある。

持続可能性確保の必要性

繰り返しになるが、原子力の透明性はその定義上、制度上の義務に発するものでなく自主的な活動であるため、コストや人的資源が不足している場合、透明性にかかる活動はそれらの削減対象になりやすい。結果として、情報共有の実施に際しては、その持続可能性の確保が困難となる²⁵。これに対する解決策の1つとして、ISFの効果、有効性および使いやすさ等を評価して、各関係者、スポンサーおよびその他の潜在的な利害関係者に対してISFの価値および重要性を定期的に示すことが有効であると考えられる。これを踏まえ、関係者の継続的な関与とフレームワークの維持を促進するために、評価プロセスについても要求事項の中で明確化することとした。

プランニングと実践に向けた体系的アプローチの提供

ISF を現実的かつ有意義なプラットフォームとして構築するためには、ISF が利害関係者のニーズと期待にどのように応えうるか、また参加者の懸念に対してどのように対処するかをそれぞれ明確に示すことが重要である。例えば本研究において、ISF は主要なユーザーとして核不拡散専門家を想定しているが、こうした専門家の懸念事項の1つに、第三者による情報の悪

用を防止するための情報セキュリティと情報保護が考えられる。しかし仮にこうした懸念があっても、これらに対して適切な対策が用意されていることを関係者が確信できれば、情報共有を実施する際の不安も軽減され、ISFの実現可能性も広がると考えられる。

したがって要求事項は、それにしたがってISFを設計すれば、利害関係者の重要なニーズと懸念を適切に反映したISFを構築できるような、「体系的なアプローチ」として機能するものを目指すこととした。

4.5.2. ISF要求事項

前項で述べた課題を認識した上で、ISFに対する要求事項は、本研究において次のとおり定義された。

共有する具体的な情報カテゴリごとに *Plan-Do-Check-Adjust (PDCA)* サイクルを実践すること。第1段階の「Plan」においては、目的、利害関係者(情報の提供者・受け手)、境界、コンテンツ、共有する情報量、更新の頻度、情報セキュリティおよび信頼性、インフラストラクチャーおよび持続可能性など要求事項の要素(*Requirements Elements*)を明確化しなければならない。

(1) 持続可能性を確保する方法

ISFの要求事項には、ISFの持続可能性を担保するためにPDCAサイクルの概念を取り入れている。PDCAサイクルは、サイクルをくり返すことによりシステムが継続して改善され、結果として持続可能性の向上につながるものであり、業務管理やプロジェクト管理における継続的改善を目的とした体系的かつ包括的なアプローチである。ISFの設計・構築および実施におけるPDCAサイクルの各段階が意味するところは以下のとおりである(図4.7)。

Plan(計画): 「Plan」の段階では、情報カテゴリごとにISFに対する要求事項の要素(*Requirements Elements*)の明確化を行う。ISFを実践することにより自動的にPDCAサイクルが回るように、「Do、Check、Adjust」の方法も「Plan」の段階で検討する。

Do(実施): 情報の内容を収集してインフラストラクチャーを構築し、「Plan」での定義に従い情報共有を開始する。

Check(評価): 「Plan」および「Do」による効果、使いやすさ、活動などを評価する。

Adjust(改善): 継続的改善の促進につながる「Check」で得られた知見を次回のPDCAサイクルにおける「Plan」に反映させる。

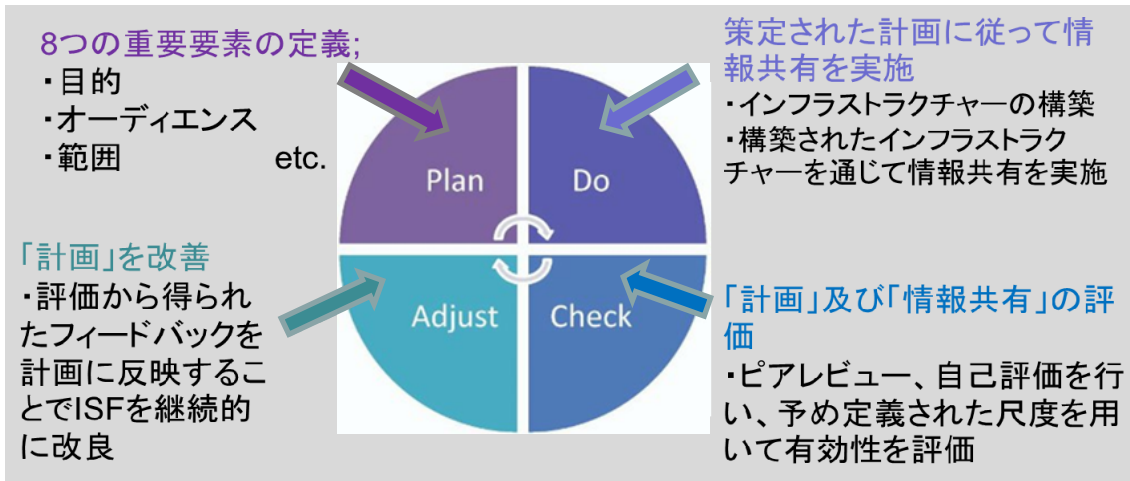


図 4.7 ISF の設計、構築及び実施における PDCA サイクル

(2) プランニングと実施のための体系的アプローチ

ISF の要求事項を、利害関係者の重要なニーズと懸念を適切に反映した ISF を構築できるような「体系的なアプローチ」として機能させるために、要求事項の中で ISF が満たすべき利害関係者のニーズ、期待、懸念およびその他の重要な要素(要求事項の要素：Requirements Elements)を定義し、ISF の下でこれらを実現する方法を明確化させることとした。この「要求事項の要素」は、G. Baldwin³⁵らが提唱する透明性の「8つの要素からなる構造」を参考に、以下の8つから構成されるものとした。

①目的

情報共有の利害関係者は、受け手のニーズおよび提供者の期待の両方を考慮に入れて情報共有の目的を明確に示す。

②オーディエンス(情報の受け手)

①で明確化された目的を元に、「情報の利用目的」、「情報の必要性」、「情報を必要とする理由」を確認した上で、「情報の受け手」、「受け手の所属する組織および組織内での地位」をふくむ具体的なオーディエンスを示す。

③境界

「情報の受け手および提供者の主要なニーズおよび懸念」、「取り組みの展望」、「ISFの必要性」、「利害関係者の目的」、「ISFの構築方法」を考慮して、実施すべき取り組みの境界(どこまでを取り組みの範囲とするか)を明確にする。

④コンテンツ

(a) 共有する具体的な情報は以下に該当するものでなければならない。

- ・利害関係者にとって関心のある、すなわち必要とされる情報。

- ・提供者が想定しているオーディエンスに公開できる情報、すなわち情報セキュリティおよび知的所有権の問題に抵触しない情報。

- ・ISFの目的に関連した情報。

(b) 共有する情報量を明確にする。

(c) 情報共有を行う頻度を明確にする。

情報量(b)および共有の頻度(c)は、情報共有を開始、実践する際に必要な作業量およびその他のリソース量に直接影響する。したがって、これらの要素をプランニングの段階で明確に定義することは重要である。

⑤情報セキュリティ

web-basedメカニズムを通じた情報共有を実施する際には、適切に情報セキュリティ対策を講じることにより、利害関係者間で支障なく意図したとおりに情報を伝達することが可能になる。ここでは以下のような対策が含まれる。

- ・認証：これは次の2つの目的に有効である。すなわち(1)情報の提供者を特定して不正行為者によるなりすましを防止することと、(2)改ざんによる情報の改変を明らかにすることにより、情報の完全性を証明することである。複数の関係者が利用する場合、認証に際しては公開鍵基盤(PKI: public key infrastructure)を用いて情報提供者の身元を正確に確立する必要があるが、同時に当該情報を複数の関係者がそれぞれ受領できるようにすることも必要になる。

- ・暗号化：これは情報共有が認められた関係者以外で、当該情報の盗取やその他の手段を用いたアクセスを企図する者への情報漏洩を防止する効果がある。

- ・受領確認：これは提供者からの情報が実際に受け手へ到達したことを保証するために不可欠な対策である。この対策が取られないと、当該情報が遮断または転送された場合に、提供者と受領者のいずれも情報の消失に気づかない可能性が生じる。

- ・情報保護責任：これは情報の共有後に、提供者と受け手の相互協議を通して受け手が当該情報の保護または消去を行うものである。

⑥情報信頼性(信頼の確立)

⑤に記した情報セキュリティに関する要求事項は、情報提供者が意図した情報を想定する受け手へ確実に伝達できるようにするためのものである。この状況で受け手が確信できるのは、入念な対策のもとで当該情報が改変されることなく到達したという事実のみである。これに加え「当該情報が本当に正しいものであるか」、「正しいと信じていることができるか」、「実際は、提供者は誤った情報を発信しているだけではないか」という疑問を解消し、情報の信頼性を担保するために、情報提供者は以下の事項を考慮する。

- ・本質的に提供者には真実以外を伝える動機がない。

- ・同一の情報は、複数の情報源や独立した情報源をたどることでその信頼性が裏付けられる。個別の情報を操作すると、これらの情報源の内容を一致させることが困難になるか不可能になる可能性がある。

・受け手は、別の経路から入手した異なる情報源で裏付けを得ることにより、当該情報の信頼性を確立することができる。

⑦インフラストラクチャー

コストとリソース、アクセス管理、情報の種類と機微性、および対象となるオーディエンス等を考慮に入れ、情報共有に関する効果的かつ効率的なインフラストラクチャー(*face-to-face*または*web-based*)を選択する。同時にインフラの維持に関しても考慮する必要がある。ここでのインフラの維持とはすなわち、ウェブサーバー等の設備管理、アクセス記録管理とともに、パートナー組織変更等も継続して把握することを意味する。

⑧持続可能性

自主的なプロセスである透明性の活動を、持続性のあるものとするために、当該フレームワークに対する評価を行い、その意義を関係者に示すことが不可欠である。この評価のために、(a) 評価基準および(b)手法をISFの設計段階において明確に定義する。

また、持続可能性を維持する方法の1つとして、情報のカテゴリごとに「Plan(計画)」、「Do(実施)」、「Check(評価)」、「Adjust(改善)」(PDCA)サイクルを実践することが挙げられる。初めのステップである「Plan(計画)」では、目的、オーディエンス(情報の受け手)、適用範囲、内容、共有する情報量、情報共有の頻度、情報セキュリティと信頼性、およびインフラなど要求事項の要素を定義する必要がある。

これら8つの要求事項の要素はISFの「Plan(計画)」を立てるための体系的アプローチとして機能し、これら要求事項の要素(Requirements Elements)を順に明確化することにより情報共有を行うための「plan(計画)」が具体化される。この「Plan(計画)」にしたがってISFを構築し、PDCAサイクルに沿って情報共有を実施することにより、ISFが継続的改善および持続可能性が促進されることが期待される³⁶。

4.5.3. 要求事項を適用した「Plan(計画)」策定例

要求事項をより具体的に理解するために、プロジェクトパートナーが上述の8つの要求事項の要素を明確化することにより策定した「Plan(計画)」の例を表4.5に紹介する。ここでは、「原子力エネルギーおよび保障措置における各国の長期的研究開発(R&D)プランの意思決定プロセス」にかかる情報共有を行う場合を例に挙げることにする。

表 4.5 「Plan(計画)」策定例(1/3)

要素	プランニング例
1. 目的	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>情報の受け手</u>：原子力および保障措置の研究開発に関する国際動向に対する理解を深め、各国の研究開発プランにフィードバックする。 ● <u>情報の提供者</u>：原子力利用および核不拡散にかかる透明性向上の意思を示す。

表 4.5 「Plan(計画)」策定例(2/3)

要素	プランニング例
2. オーディエンス	<ul style="list-style-type: none"> ● ISF 参加機関(KINAC、KAERI、JAEA、SNL などのトラック II 機関)において、保障措置の研究開発分野に従事する核不拡散専門家。 ● 意思決定者およびスポンサーは二次的オーディエンスになると考えられる。
3. 境界	<ul style="list-style-type: none"> ● 機微性がなく核不拡散に関連した情報。すなわち公開文献、オープンソース情報、ISF を通じて共有することに合意された文書に限る。
4. コンテンツ (a) 情報量 (b) 共有の頻度	<p>共有する具体的な情報には以下のものが含まれる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 原子力委員会文書 <ul style="list-style-type: none"> (a)原子力委員会小委員会の小委員会表題および会合文書表題の英語訳：Word ファイルで数ページ (b) 更新の都度 ● 原子力エネルギーに関する日本政府白書 <ul style="list-style-type: none"> (a) 原子力エネルギーに関する各年度の日本政府白書のリンク(参照すべき部分を具体的に示す)。 (b) 年 1 回 ● 韓国サポートプログラム(ROKSP)プロセス <ul style="list-style-type: none"> (a)韓国サポートプログラム(ROKSP)概要書： Word ファイルで 20 ページ (b) TBD ● 米国サポートプログラムプロセス <ul style="list-style-type: none"> (a) 米国サポートプログラムに関する四半期報告書：Word ファイルで 40 ページ (b) 年 1 回 ● 年 2 回行われる IAEA の MSSP 会合の要旨 <ul style="list-style-type: none"> (a)Word ファイルで 40 ページ (b) 2 年に 1 回
5.情報セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切にセキュリティ対策が施されている専用の CMS^{ix}を使用し、全参加機関(SNL、KINAC、KAERI、JAEA)の情報セキュリティポリシーを順守する。 ● 共有文書は管理者により、情報セキュリティチェックを含むレビューを受け、公開前に承認を受けるものとする。
6.情報信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報提供者には、原子力エネルギーおよび保障措置における自国の長期的な研究開発プランの意思決定プロセスに関して、真実以外を伝える動機はないものとする。 ● 情報提供者により共有された情報は、複数の情報源や独立した情報源により裏付けられるものとする。 ● 情報の受け手は、ISF プロセス以外の経路から入手した異なる情報源で裏付けを得ることにより、当該情報の信頼性を確立することができるものとする。

^{ix} CMS はコンテンツマネジメントシステムの略であり、共同研究開発の促進を目的として、SNL がプロジェクトパートナー間での関連情報共有用に構築、維持管理したシステムである。CMS はパスワード照合機能によってアクセスが制限されており、オンラインライブラリーも構築されている。

表 4.5 「Plan(計画)」策定例(3/3)

要素	プランニング例
7. インフラストラクチャー	<ul style="list-style-type: none"> • web-based : 情報セキュリティを確保しつつ、関連文書および適切なリンクが CMS に掲示されるものとする。また、関係者は 3~6 ヶ月に一度、電子メールにより関連情報を交換するものとする。 • face-to-face : 関係者は、テレビ会議または直接会合により毎年 1 回、対面形式の会合を行うものとする。
8. 持続可能性	<p>(a) 評価基準</p> <ul style="list-style-type: none"> • CMS へのアクセス頻度(月当たりアクセス回数) • 内容の満足度 • CMS の使いやすさおよび利便性 • (情報提供者)作業量は適切かつ処理可能な量であるかどうか <p>(b) 評価方法</p> <ul style="list-style-type: none"> • 自己評価に関しては対面形式の会合 • ピアレビュー <p>(a)で定義された評価基準の進展の測定に関しては、アセスメントによるピアレビュー</p> <p>持続可能性を保つために、スポンサーの関与および支援も検討する必要がある。</p>

これら要求事項の要素を明確化することにより、懸念に対する対策および関連情報共有によるメリットが具体化されること、またこれらが参加者に明確に伝わることから、関係者のより積極的な ISF への関与が期待できる。要求事項の要素は共有する情報によってそれぞれ異なると考えられるため、情報カテゴリごとに上記のような「Plan(計画)」を策定することが望ましい。

4.5.4. 「Plan(計画)」策定例から考察される要求事項の利点

(1) ISF の持続可能性の担保

「Plan(計画)」の中で、特定の情報カテゴリのために設定した評価基準および評価方法を明確化しており、定期的に ISF 実施状況を評価することを奨励している。この評価結果を「Plan(計画)」に反映させて改定し次の PDCA サイクルを回すことにより、継続的に情報共有プロセスの改善および更新することが可能となり、結果的に、ISF はその時々での利害関係者のニーズに合致したコンテンツを、適切な方法で提供することが期待される。このような ISF の有意性を関係者およびプロジェクトのスポンサー等に示すことができれば、各種活動の持続可能性の担保にも役立つと考えられる。

信頼醸成には、とかく長期的な関係が重要であることから、ISF の持続可能性に有効に働く要求事項の持つ意義は大きいと考えられる。

(2) 参加者のニーズと懸念の反映

参加者が情報共有を開始する前の「Plan(計画)」の段階において、あらかじめ以下の点について明確化できることが確認された。

- 情報共有によって、情報提供者と受け手の双方にもたらされるメリット
- 受け手のニーズに基づき、なおかつ提供者側も提供可能であると合意できるコンテンツ
- 情報収集およびインフラの構築と維持管理に必要なリソース
- 情報セキュリティ、情報保護、信頼性など提供者と受け手が共に有する懸念への対策

8つの要求事項の要素を明確化することで、体系的に上記のような関係者のニーズ、期待および懸念に適切に対処したISFの設計・構築・実施にかかる「Plan(計画)」を策定できることが確認できた。

(3) 次のステップへの示唆

ISFプロジェクトの次のステップは、(2)で例示した以外に、受け手のニーズに合致し、かつ提供者も共有に合意できる情報のカテゴリを特定する作業である。そして、それぞれの情報カテゴリごとに8つの要求事項の要素を明確化する形で「Plan(計画)」を策定する。

次に「Plan(計画)」にしたがって情報共有のためのインフラの構築、コンテンツの収集等を実施し、情報共有を開始する(「Do(実施)」段階)。一定期間情報共有を実施した後に、「Plan(計画)」において設定された評価基準および評価方法を用いてその成果を評価する(「Check(評価)」段階)。評価結果から得られた知見は適切に「Plan(計画)」に反映し、(「Adjust(改善)」段階)、2回目のPDCAサイクルが開始される。

ISFプロジェクトは、共有可能なコンテンツを、パートナー機関の核不拡散専門家という限られたオーディエンス間で共有することで、ISF機能の「実証」を試みる。プロジェクトパートナーは、この「実証」の段階を通して、ISFが限られたオーディエンスにとどまらずより広範な潜在的な関係者にとっても持続可能で有意義なプラットフォームであることを示すことを企図している。そして長期的には、プロジェクトパートナー以外の機関もオーディエンスとして招聘し、より多くの情報カテゴリを扱うことでISFを拡充し、原子力透明性に関する国際的・地域的な信頼醸成に貢献することを目指す。

5. JAEAにおける地域透明性向上を目的としたワークショップ

JAEA及びその前身機関は、DOEとの共同研究と並行して、通算5回の地域透明性向上にかかるワークショップを主催または共催してきた(表5.1)。これらのワークショップは、共同研究相手であるDOEやSNL及び主要な関係者となるIAEAやアジア太平洋地域の関連機関からの参加者を中心に各種テーマについて討議を行うとともに、将来的な展望を共有するものであった。

尚、PAS-16のプロジェクトパートナーであるSNL、KINAC、KAERI及びオブザーバーであるIAEAは、日本の他組織とともに、すべてのワークショップに参加し、重要な役割を果たしてきた。

(1) 第1回ワークショップ「透明性と遠隔監視技術」 2002年2月26-27日 大洗

本ワークショップの目的は、遠隔監視システム技術の利用による、保障措置、計量管理、核

物質防護等の強化及び透明性向上の可能性を議論することであり、参加者は、JNC(主催)、IAEA、NNCA(韓国国家原子力管理規制機構)、KAERI、核物質管理センター(NMCC)、日本原子力産業協会、DOE、SNL、LANLの代表者等、計23名であった。

JNC、IAEA、KAERI及び米国代表が、個々の遠隔監視技術の現状と将来計画の概要について報告し、SNLはアジア太平洋地域における原子力透明性にかかる基本的概念及び国際的な保障措置における仮想プライベートネットワーク(VPN)の利用に関して報告を行った。また、JNC側で施設訪問の機会を設け、高速実験炉「常陽」の視察とDOE共同研究の下で開発された「常陽」遠隔監視システムのユーザーインターフェースツールの実演が行われた。

(2) 第2回ワークショップ「地域における透明性及びワイヤレス通信」 2003年11月11-12日
敦賀

本ワークショップの主要な議題は、JNC、KAERI、DOE、SNL、LANL等の専門家により透明性に関する過去の研究結果、無線LAN通信及びVPN通信を用いた遠隔監視の経験、補完的アクセスや統合保障措置を含む現在及び将来の保障措置に関する情報等を共有することであった。参加者は、IAEA、DOE、SNL、LANL、KAERI、原子力管理技術センター(TCNC)、日本原子力研究所(JAERI)、NMCC及びJNC(主催)であった。本ワークショップにおいて、JNC側が施設訪問の機会を設け、参加者はもんじゅの施設を視察し、ワイヤレス通信の実演が行われた。

(3) 第3回ワークショップ「遠隔監視技術を用いた透明性及び核不拡散に関する地域協力」
2006年2月8-9日 大洗

本ワークショップの主要な議題は、遠隔監視技術にかかる知見を共有するとともに遠隔監視技術の透明性と核不拡散強化への適用可能性について議論することであった。JAEAの核不拡散科学技術センター(NPSTC)(当時)の主催で開催され、NNCA、IAEA、DOE、LANL及びSNLから35名の参加者が集まった。

JAEA、NNCA及びSNLは各機関間に設置された遠隔監視技術が保障措置及び地域透明性に対して果たしうる役割と、各機関が独自に実施している技術的取り組みについて報告を行った。また、IAEAは遠隔監視システムに対する将来的な要求事項について提言した。本ワークショップ期間中、SNLにより遠隔監視技術関係者に対する技術トレーニングも実施された。

本ワークショップにおける遠隔監視プロジェクトに関する議論を通して、JAEA、NNCA、SNL、DOEの間で、今後の議論のテーマとして、保障措置に関連するデータ交換も含む遠隔監視技術を用いた地域協力の強い関心が示された。

(4) 第4回ワークショップ「アジア太平洋地域における核不拡散協力のための透明性技術 - 地域内信頼醸成に向けた遠隔監視と安全性の高い通信の適用」 2008年2月20-22日 東京

本ワークショップはJAEA/NPSTC及び東京大学グローバルCOEプログラムの共催により、2008年2月20-22日に東京大学で開催された(図5.1)。

本ワークショップの主な議題は、核不拡散にかかる地域協力と原子力利用にかかる信頼醸成のための遠隔監視及び透明性技術の利用について議論することであり、参加者はインドネシア、ベトナム、韓国、オーストラリア、日本及び米国の行政機関、研究所、原子力事業者、施設運営者、IAEA、非政府機関(NGO)及びアジア太平洋の原子力開発関連学会に属する専門家及び学生ら、合計約 70 名に上った。

本ワークショップでは参加者によるプレゼンテーションや技術デモンストレーションを通して、透明性と地域における信頼醸成に資する技術オプションについて検討がなされた。ワークショップ最終日には、学生と若い専門家たちが透明性概念を用いて、いくつかのシナリオ(国内、2 国間、地域)に沿って仮想の地域透明性ネットワークを考案するケーススタディが行われた。ワークショップ参加者からは、アジア太平洋地域に意義のある透明性フレームワークを構築するためには「時間、忍耐、想像力」が必要である等の重要な課題が提議された。

(5) 第 5 回ワークショップ「情報共有フレームワークの構築」2011 年 東海

本ワークショップは、PAS-16 と DOE/NNSA・MEST アクションシート 26 の活動として行われ、情報共有フレームワークのニーズ確立に重点的に取り組んだ。ワークショップの参加者は JAEA、SNL、KINAC、KAERI、IAEA とパシフィック・ノースウェスト国立研究所(PNNL: Pacific Northwest National Laboratory)であった。

本ワークショップ参加者は、アジア太平洋地域における核不拡散協力のための情報共有フレームワークを構築するにあたって、その目的や利害関係者等の基本的理解を共有するとともに、関係者からのフレームワークに対するニーズを把握することに尽力した。急速な地域内の情勢変化と、今後予想される原子力利用の拡大、そして現在すでにある拡散や安全性についての懸念を考えあわせると、透明性フレームワークは IAEA の任務を強化して、地域パートナーの間の信頼を築くものであり、必要なものであると結論された。

表 5.1 JAEA における透明性ワークショップ

No.	タイトル	参加者	テーマ	開催年	開催地
1	透明性と遠隔監視技術	JNC、IAEA、韓国、US DOE、SNL、その他の日本の組織	透明性ツールとしての遠隔監視の促進	2002	大洗、日本
2	地域における透明性及びワイヤレス通信	JNC、IAEA、韓国、US DOE、SNL、日本の組織	地域設定における遠隔監視の利用	2003	もんじゅ、日本
3	遠隔監視技術を用いた透明性及び核不拡散に関する地域協力	JAEA、韓国、IAEA、US DOE、SNL、その他日本の組織	地域協力と保障措置のための遠隔監視の経験と要求事項の共有	2006	大洗、日本
4	アジア太平洋地域における核不拡散協力のための透明性技術 - 地域内信頼醸成に向けた遠隔監視と安全性の高い通信の適用	JAEA、東京大学、SNL、IAEA、韓国、ベトナム、オーストラリア、インドネシア、太平洋フォーラム CSIS、キャンベラジャパン株式会社、東洋メディック株式会社、その他日本の組織	透明性、技術と地域信頼構築の共通項、次世代専門家の育成	2008	東京、日本
5	情報共有フレームワークの構築	JAEA、SNL、韓国(KAERI、KINAC)、PNNL	これまでの取り組みと成果の総括、情報共有のニーズの確立	2011	東海、日本

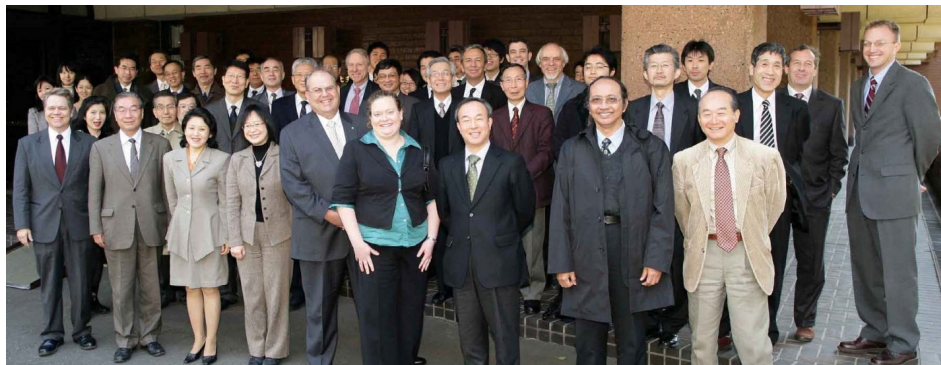


図 5.1 第 4 回ワークショップ「アジア太平洋地域における核不拡散協力のための透明性技術」参加者(2008 年)

6. 透明性向上にかかる現在の取り組み：APSNとの協力

6.1. APSNとの協力の経緯

これまで、JAEA 及びその前身機関における透明性向上にかかる活動は、主に DOE との共同研究の枠組みで推進されてきた。透明性概念にかかる基礎研究に始まり、「常陽」で実施された透明性の重要な技術オプションである遠隔監視システムの開発及び実証試験を経て、透明性向上のための情報共有の「実践フェーズ」に向けた情報共有フレームワーク(ISF)の構築に関する共同研究が行われた。

日米韓の関係機関(SNL, KINAC, KAERI 及び JAEA)によって実施された PAS-16「ISFの構築」にかかるプロジェクトは、2013年3月に ISF が備えるべき要求事項の具体化をもって完了した。次段階では、この要求事項にしたがって ISF を構築し、実際に情報共有のデモンストレーションを実施し、デモンストレーションで得られたフィードバックを ISF に反映することにより、効果的・持続的なフレームワークに強化していくという方針が共有された。また、将来的には共有する情報の種類や参加者を拡充することで、より包括的な地域協力の枠組みへと進化させることも可能である(4.5.4(3)に詳述)。

この次段階の取り組みは、研究開発よりも「実践」という側面が強いため、これまでの二者間共同研究枠組み(DOE-JAEA 及び DOE-MEST)ではなく、ISF プロジェクトと類似した地域性と目的を持ち、また既に情報共有のためのインフラを所有している既存の多国間・地域協力枠組下での活動として継続することが希求された。

既存の地域協力枠組調査の結果(4.2に詳述)、APSNはアジア太平洋地域における保障措置実施能力の向上を目的とした保障措置・核不拡散専門家間のネットワークであり、ISF構築にかかる取り組みと目的や関係者に共通点があること、またすでに独自のウェブサーバーを所有している(4.4.3に詳述)ことから、APSNと連携することは双方に利すると考えられた。したがって、プロジェクトパートナーのうちAPSNメンバーであるJAEAとKINAC(JAEAはオブザーバ)を中心に、APSN枠組下でのISF構築及びデモンストレーションに向けた調整を開始した³⁷。

6.2. APSN下でのISF活動計画

2013年11月にインドネシアのジョグジャカルタで開催された APSN のワーキンググループ会合において、JAEA と KINAC は ISF 構築およびデモンストレーションにかかる APSN 下での活動について共同提案を行った。その後関係者との調整を経て、以下のような活動計画が関係者間で合意された。

(1) 長期的な活動計画

- KINAC と JAEA が APSN の Working Group III (WG III: 情報共有のためのウェブサイトの構築・運用、及び IT 課題の解決を目的とする作業部会)と協力して、PAS-16で作成した要求事項に従い情報共有ウェブサイト(ISF ウェブサイト)を設計、構築、運営する。
- KINAC と JAEA は以下のような保障措置の実施やその他核不拡散に関する情報を、情報授受者のニーズに沿って収集・整備し、実際に提供を開始する。なお、提供する情報は実施機関のサーバーに保管し、APSN のポータルサイトのリンク先からアクセスできるよう

にする。提供する情報の例は以下のとおり。

- ・ 保障措置や計量管理グッドプラクティス
- ・ 保障措置や計量管理の研究開発に関する情報
- ・ 保障措置・核不拡散の教育、トレーニングに関する情報
- ・ APSN メンバーでこれらの情報の受領に興味のある機関は「オーディエンス機関」として登録し、ISF ウェブサイトを通じてこれらの情報へのアクセスが可能とする。
- ・ KINAC と JAEA は、定期的に有効性を評価し、本活動の機能及びコンテンツを継続的に改善・拡充する。
- ・ 将来的には、KINAC、JAEA 以外で情報提供に関心のある機関も本活動に迎えることで、情報の種類や参加機関を拡充していく。

以上のような長期的な ISF ウェブサイトの概念図を図6.1に示す。

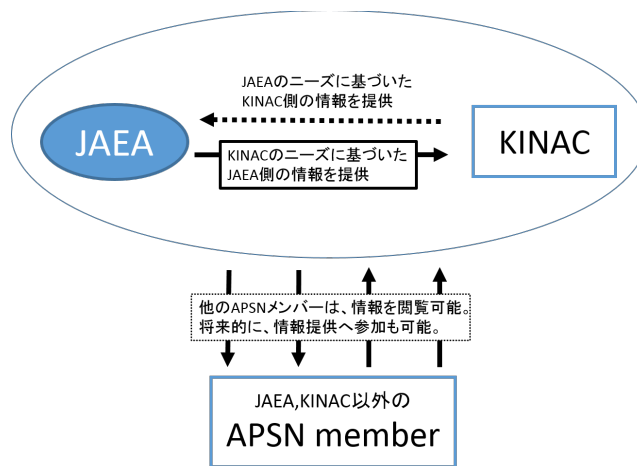


図 6.1 APSN における長期的な ISF ウェブサイトの概念図

(2) 短期的活動の射程

JAEA はすでに 3.2.2(3)に記した透明性ウェブサイト構築及び運営の経験があり、またコンテンツの収集も先んじている。したがって、まずは JAEA が先行する形でウェブサイトを構築・整備を行い、APSN メンバーに対して情報を発信する。コンテンツやウェブサイトの機能、および新たなニーズについて APSN メンバーから得られたフィードバックを基に、KINAC も情報提供の検討を開始するというステップを踏むことで合意された。

以上のような、短期的な ISF ウェブサイト概念図を図 6.2 に示す。

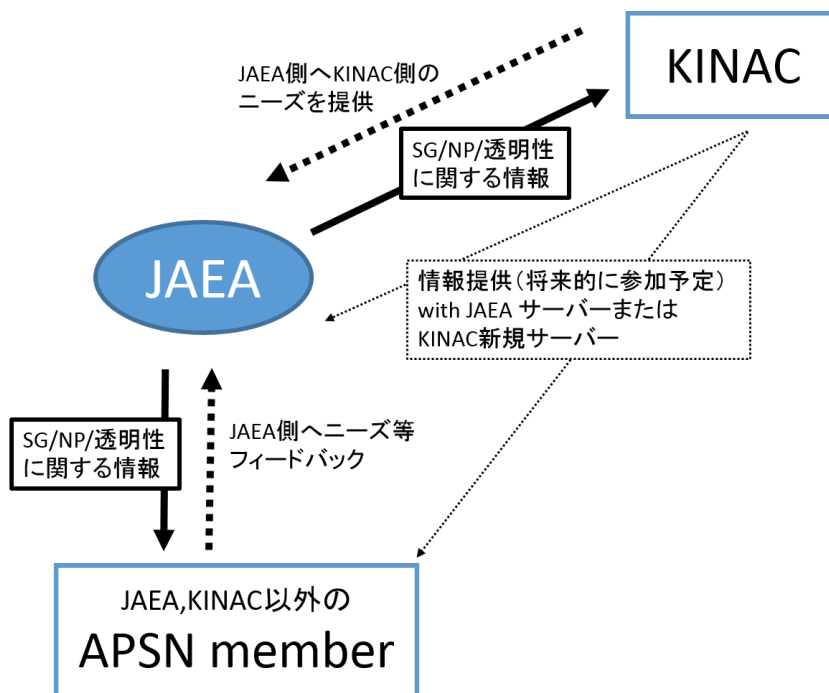


図 6.2 APSN における短期的な ISF ウェブサイト概念図

(3) 意義及び期待される利点

以下に示すように、ISF ウェブサイトの構築及びそれを通じた情報共有を APSN の枠組下で実施する意義及び利点は大きいと考えられる。

- APSN は保障措置に関するグッドプラクティスや関連する情報を専門家間で共有することによりアジア・太平洋の保障措置実施を強化するという、ISF プロジェクトと共通する活動目的を有している。
- WG III の下で設計・運営されている APSN のウェブサイトやその運用経験を活用することで、より効率的にインフラ構築が可能となる。一方で、本活動は専門家にとって有効な保障措置実施や関連する情報を継続的に授受可能なプラットフォームとしての役割を果たすことから、ウェブサイトの継続的な活性化が望める。また、IT 上の課題を抽出・検討することによって継続的な改善が可能である。
- 本活動を通して「オーディエンス機関」はこれらの情報を効率的に入手することが可能であり、これは APSN 参加機関の保障措置や核不拡散カルチャー醸成に資することができる。

6.3. JAEAにおける現在の取り組み：ウェブサイトの開発と今後の運用

前項で述べたとおり、PAS-16 の下で開始された ISF プロジェクトにおける「ISF の構築・デモンストレーション」を実施するために、JAEA は APSN の WG III と協力して、APSN メンバーに対して情報を提供する「ISF ウェブサイト」の構築を開始した。本項ではその概要を記す。

6.3.1. JAEA ISFウェブサイトの要点と目的

ISF ウェブサイトは、APSN メンバー(保障措置の実施者及び専門家)に対して、JAEA のこれまでの透明性に関する研究開発の成果をまとめて紹介するとともに、ニーズが高いと考えられる関連情報(保障措置や核セキュリティに関する、技術開発の取組み、自国・他国のキャンペーンビルディングのための取組み、グッドプラクティス等)にかかる情報提供を行う。

ISF ウェブサイトの目的は、これらの取組みを通して、

目的① 自主的な情報提供による「高い透明性」を实践(将来的には KINAC も参加。また、他の APSN メンバーの参加も期待)

し、また APSN からフィードバックを得る(ニーズに合致していたか(または、ニーズは何か)、得られた情報はどの程度有効であったか、ウェブサイトは使いやすかったか、等)ことにより、

目的② 核不拡散・保障措置分野での透明性を向上させるための効率的・効果的な情報共有フレームワーク(ウェブサイト)のあり方の検討

を実施することである。

以上の目的①、②を継続的に実施することにより、持続可能で発展性のある情報共有フレームワークの構築を目指す。なお、目的②は「APSN 運営上の IT 課題を検討し、参加機関のニーズを反映したウェブサイトの構築・維持する」という APSN Working Group III の設立趣意に沿うものであり、本取組を WG III の下で実施することはその目的を支援することが期待される。

6.3.2. ISFウェブサイトの基本設計

現在 JAEA が構築している ISF ウェブサイトの基本設計を図 6.3 に示す。

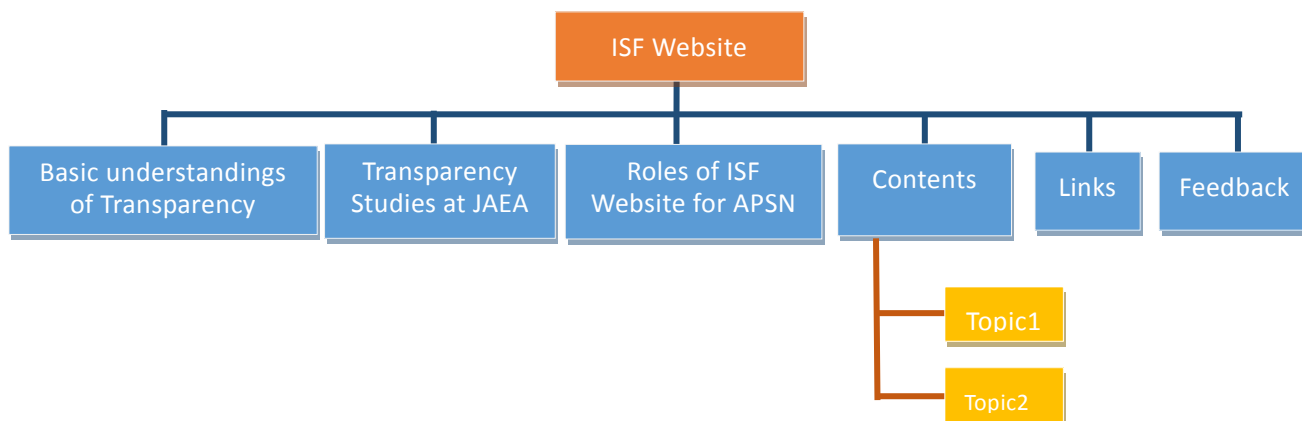


図 6.3 ISF ウェブサイトの基本設計

(1) 主要コンテンツ：ウェブライブラリ機能の付加

本 ISF ウェブサイトの主要コンテンツは 図 6.3 における“Contents”に格納されている。ここでは、ウェブサイト訪問者は以下に示すようなカテゴリに属する情報を得ることができる。

- ・ Good practice for safeguards(保障措置のグッドプラクティス)
- ・ Safeguards R&D(保障措置にかかる研究開発)
- ・ Nuclear nonproliferation(核不拡散一般)

- ・ Nuclear transparency(原子力透明性)
- ・ Energy strategy of Japan(日本のエネルギー政策)

これらの情報カテゴリは、PAS-16 を始めとするアジア太平洋地域内の核不拡散・保障措置専門家との対話の中で透明性の向上や信頼醸成の促進に役立つと指摘されてきた¹⁰(情報受領者にとってニーズがある)情報の中で、JAEA として提供可能であると判断したものである。

また、本ウェブサイトは「カテゴリ」や「キーワード」によって検索が可能なウェブライブラリ機能を備えており(図 6.4)、よりウェブサイト訪問者が欲しい情報にアクセスしやすくなるよう工夫が施されている。

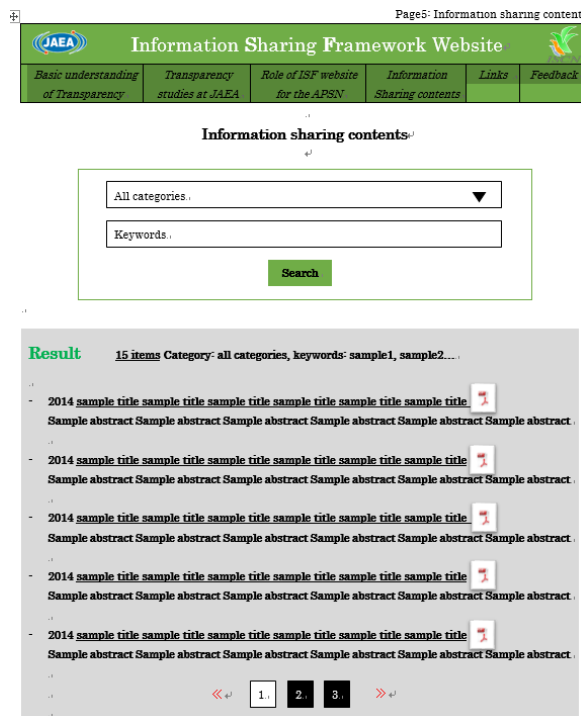


図 6.4 ISF ウェブサイトにおけるウェブライブラリ機能

(2) フィードバック機能

本ウェブサイトの目的は 6.3.1 に記したとおり持続可能で有意義な情報共有フレームワーク(ウェブサイト)のあり方を検討することであり、したがって APSN メンバーを中心とするウェブサイト訪問者からのフィードバックを効率的・効果的に収集することが非常に重要である。

訪問者が短時間で回答できるよう、ウェブサイトを通じて選択式で回答できるようなフィードバック機能が付加されている。尚、次項に記す通り、フィードバックの通信については、情報セキュリティに十分配慮した設計となっている。

(3) 情報セキュリティ・知的所有権保護への配慮

4.4.2 に示したとおり、情報共有を行う際には、情報セキュリティおよび知的所有権等に十分配慮する必要がある。本ウェブサイトでは、フィードバック送信時の訪問者との通信については、第三者による悪用を防止するために https 通信を適用し、安全性を高めることとした。ま

た、本ウェブサイトで入手可能な情報は、すべて JAEA にその所有権が帰属するものであり、所定の公開手付きを経たものに限ることで、知的所有権保護を担保することとした。

尚、ISF ウェブサイトは 2015 年中旬に公開され、今後はフィードバックを得ながら継続的に更新・改善が行われる予定である。また、漸次的にプロジェクトパートナーである KINAC を始め、APSN メンバーにもその活動を拡大していくことを目指している。

7. 終わりに

JAEA における透明性向上研究は、国内におけるプルトニウム利用の加速に伴い、国内外への説明責任が高まったことに端を発して 1990 年代半ばに開始された。以降、長年にわたって、DOE 及び傘下の国立研究所と共同で、透明性の向上を目的とした様々な研究や活動を実施してきた。

その取り組みは、透明性概念の基礎研究に始まり、この研究において重要な技術オプションとして特定された遠隔監視システムについて、実際にそのシステムを高速実験炉「常陽」において開発・設置し、約 15 年にわたって継続的に遠隔監視技術の更新・実証が行われた。その間、アジア太平洋安全保障協力会議(CSCAP)における透明性ウェブサイト開発の支援を行い地域協力に貢献するとともに、地域内の関係者を広く招いたワークショップを開催することでその取り組みの拡充を図った。

これらの取り組みから得られた知見を基に、2011 年には日米韓の関係機関による情報共有フレームワーク(ISF)構築に向けた共同研究が開始され、その取り組み終了時には ISF の備えるべき要求事項が明確化された。原子力活動の透明性の重要性は、これまで広く認識されてきたが、透明性向上のための具体的活動が長期にわたって活発に実施されてきた例は非常に少ない。これは、透明性の概念自体が幅広く、かつ曖昧であること、また、透明性を具現化する「情報共有」を行うための構造化されたメカニズムが存在しないこと、また透明性にかかる活動は、その定義上自発的な活動であるため持続性を担保することが難しいといった課題が存在することに依ると考えられる。したがって、本共同研究により、「要求事項」の形で、持続可能で有意義な情報共有を実施するための、具体的かつ構造的な情報共有のステップを示したことは、これまでの透明性研究の歴史において、透明性の「実践フェーズ」に向けた非常に重要な一歩であったと言える。

透明性、地域の信頼醸成は一朝一夕では達成し得ない、長期的な継続が重要となる分野である。20 年近くにわたる JAEA における透明性にかかる概念的、技術的研究を基盤とし、今後とも有意義で持続可能な透明性活動、情報共有活動を実践することにより、地域の信頼醸成や IAEA 保障措置の補完に繋がることを期待される。

参考文献

- ¹ J. Larrimore et al. “Transparency and Openness: Roles and Limitations in the Nuclear Nonproliferation Verification System”, the Journal of Nuclear Materials Management, Fall 2006, Volume XXXV, No. 1, pp. 36-51.
- ² IAEA website: <http://www.iaea.org/>.
- ³ H. Blix, Director General’s statement to the February 1992 Board of Governors.
- ⁴ M. Hori et al. “Overview of Future Directions of Remote Monitoring Study at JNC”, Proceedings of the 42nd INMM Annual Meeting, USA, 2002.
- ⁵ C. D. Harmon et al. “Nuclear Facility Transparency: Definition and Concepts”, Cooperative Monitoring Center, Sandia National Laboratories, SAND 2000-2400C, 2000.
- ⁶ N. Inoue et al. “Transparency of Peaceful Use of Nuclear Energy in East Asia”, Proceedings of the 47th INMM Annual Meeting, USA, 2006.
- ⁷ Y. Kawakubo et al. “Information Sharing Framework among Experts for Facilitating Development of Fast Reactors and Fuel Cycles”, Proceedings of FR 13, France 2013.
- ⁸ B. Hoffheins et al. “IAEA’s Efforts for Regional Transparency in the Area of Nuclear Nonproliferation”, JAEA-Review 2013-006, 2014, 47p.
- ⁹ A. Raffo-Caidao and J. Johnson, “Cooperation between SSACs/RSACs and the IAEA under the State-Level Concept: An Evolving Process”, Proceedings of the 53rd INMM Annual Meeting, USA 2012.
- ¹⁰ R. Mongiello et al. “Development of an Information Sharing Framework: Efforts at Regional Transparency in the Asia Pacific,” Proceedings of the 53rd INMM Annual Meeting, USA 2012.
- ¹¹ Y. Kawakubo et al. “Development of Information Sharing Requirements for Regional Nuclear Transparency”, Proceedings of the 54th INMM Annual Meeting, USA 2013.
- ¹² 花井祐 他、『「常陽」における遠隔監視システムの開発と遠隔監視技術の核不拡散分野への適用』、サイクル機構技報 No.5, 1999. 12, pp.21-26.
- ¹³ D. Betsill et al. “Remote Monitoring and Secure Communication for Regional Cooperation” Proceedings of the 48th INMM Annual Meeting, USA 2007.
- ¹⁴ N. Inoue-Nakashima et al. “A Regional Web Site for Nuclear Transparency in the Asia Pacific” , Proceedings of the 43rd INMM Annual Meeting, USA 2002.

- ¹⁵ O. Peixoto, "ABACC – Safeguards & Transparency", Seoul: 4th Int'l Nuclear Nonproliferation and Security Symposium, 2012.
- ¹⁶ European Parliament, "European Treaty Factsheet", http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/en/displayFtu.html?ftuId=FTU_1.1.1.html (accessed 2016/6/21).
- ¹⁷ J. Carlson, "Transparency, Accountability and Assurance in Nuclear Security", <http://www.nti.org/analysis/articles/transparency-accountability-and-assurance-nuclear-security/> (accessed 2016/6/21).
- ¹⁸ K. Choe, "Prospective of Regional Safeguards Cooperation in Connection with the Asia-Pacific Safeguards Network (APSN)", Proceedings of the 53rd INMM Annual Meeting, USA 2012.
- ¹⁹ アジア原子力協力フォーラム、<http://www.fnca.mext.go.jp/about/aboutfnca.html> (accessed 2016/6/21).
- ²⁰ アジア原子力協力フォーラム、FNCA 2011 Workshop on Nuclear Security and Safeguards、http://www.fnca.mext.go.jp/english/nss/e_ws_2011.html (accessed 2016/6/21).
- ²¹ Nuclear Security Summit Seoul 2012 "Seoul Communiqué", <http://www.state.gov/documents/organization/236996.pdf> (accessed 2016/6/21).
- ²² N. Inoue Nakashima, J. Olsen et al., "A Regional Web Site for Nuclear Transparency in the Asia Pacific", Proceedings of the 53rd INMM Annual Meeting, USA 2012.
- ²³ J. Olsen, "Activities to Further Nonproliferation and Encourage Confidence Building Measures on the Korean Peninsula", http://www.sandia.gov/cooperative-monitoring-center/_assets/documents/korea.pdf (accessed 2016/6/21).
- ²⁴ R. R. Speier, B. Chow, "Asiatom: Proposals, Alternatives and Next Steps", RAND, DRU-1367-DOE, 1997.
- ²⁵ 川久保陽子 他「透明性向上のための核不拡散専門家間における情報共有フレームワーク構築」INMM 日本支部年次大会, 東京, 2013.
- ²⁶ Y. Kawakubo et al. "Development of Information Sharing Framework- Communication Strategies" Proceedings of the 53rd INMM Annual Meeting, USA 2012.
- ²⁷ Betsill, D, Yu Hashimoto, "International Workshop on Transparency Technology for Nonproliferation Cooperation in the Asia Pacific; Applications of remote monitoring and secure communications for regional confidence building", JAEA-Conf 2009-003, 2009.
- ²⁸ B. Hoffheins et al, "Overview of Japan Atomic Energy Agency's Regional Transparency Efforts", Proceedings of the 53rd INMM Annual Meeting, USA 2012.

- ²⁹ Y. Kawakubo, M. Hori, “Cooperation between JAEA and DOE in Safeguards and Nuclear Nonproliferation”, Proceedings of the 50th INMM Annual Meeting, USA 2009.
- ³⁰ 原子力規制委員会, “Monitoring Information of Environmental Radioactivity Level”, <http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/> (accessed 2016/6/21).
- ³¹ 日本原子力研究開発機構, “Panoramic Photograph of JAEA’s Prototype Fast Breeder Reactor ‘Monju’” http://www.jaea.go.jp/04/monju/category04/mj_panorama/vcmonju.html (accessed 2014/9/30).
- ³² 日本原子力研究開発機構, “Nonproliferation Transparency Remote Monitoring Technology Website Portal”, <http://np-transparency.jaea.go.jp/index.htm>, (accessed 2014/10/30).
- ³³ Y. Kawakubo et al. “Survey on Experiences and Needs for Sharing Nonproliferation -relevant Information among Experts within JAEA”, Proceedings of the 54th INMM Annual Meeting, USA 2013.
- ³⁴ IAEA, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities(INFCIRC/225/Revision5), http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1481_web.pdf (accessed 2016/6/21).
- ³⁵ G. Baldwin et al, “Structuring the Nuclear Nonproliferation Transparency Problem”, Proceedings of the 53rd INMM Annual Meeting, USA 2012.
- ³⁶ M. Seaver, Gower Handbook of Quality Management, Third Edition, Gower Publishing Ltd., England, 2003.
- ³⁷ Y. Kawakubo et al “Studies on enhancing nuclear transparency in the Asia-Pacific region”, Paper from IAEA Safeguards Symposium, November 2014.

This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質량	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(e)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m ² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光照射量	ルーメン	lm	cd sr ^(e)	cd
放射線量	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性化	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ = s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² = s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ = m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ = kg s ⁻³
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表5. SI接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ¹² cm ²) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デシベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エル	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π)A m ⁻¹

(a) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1 メートル系カラット=0.2 g=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m

