



JAEA-Technology

2020-002

DOI:10.11484/jaea-technology-2020-002

RPA ソフトの機能調査及び機構業務への適用検討

Investigation of the Function of RPA Software and Examination of its Application
to JAEA's Work

木村 英雄 瀧田 勇人

Hideo KIMURA and Hayato TAKITA

システム計算科学センター

Center for Computational Science & e-Systems

May 2020

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Technology

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 (<https://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

RPA ソフトの機能調査及び機構業務への適用検討

日本原子力研究開発機構
システム計算科学センター

木村 英雄、瀧田 勇人

(2020 年 2 月 18 日 受理)

日本原子力研究開発機構では、仕事のやり方の効率化・集約化・IT 化を達成するため、機構全体の業務改革を強力に推進している。本改革の一環として、主に事務管理業務を対象にしたより一層の合理化・効率化を行うため、昨今進歩の著しいロボティック・プロセス・オートメーション（RPA）の導入検討を進めてきた。

適切な RPA の導入を実現するため、主要な RPA ソフトの機能調査とサンプルロボットの開発を行うことで、各 RPA ソフトの特性を明らかにした。さらに、RPA ソフトの活用が期待される様々な業務を類型化し、各業務パターンに対する RPA ソフトの適用検討を行うことで、機構業務に対する RPA ソフトの適用可能性を明らかにした。

Investigation of the Function of RPA Software and Examination of its Application to JAEA's Work

Hideo KIMURA and Hayato TAKITA

Center for Computational Science & e-Systems,
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received February 18, 2020)

Japan Atomic Energy Agency is strongly promoting business process re-engineering (BPR) of the entire organization in order to achieve more efficient, centralized and IT-style work. As part of this BPR, we have been studying the introduction of robotic process automation (RPA), which has been making remarkable progress in recent years, in order to further streamline and improve efficiency mainly for administrative work.

In order to implement an appropriate RPA, the characteristics of each RPA software were clarified by investigating the functions of major RPA software and developing sample robots. Furthermore, we categorized various tasks that are expected to utilize RPA software and examined the application of RPA software to each business pattern.

Keywords: RPA, BPR, Information System

目 次

1. 序論	1
2. 主要 RPA ソフトの調査と特性分析	2
2.1 ロボット開発の基本概念	2
2.2 RPA ソフトの基本分類	7
2.3 主要 RPA ソフトの機能解説	13
2.3.1 UiPath	13
2.3.2 Automation Anywhere	15
2.3.3 Blue Prism	17
2.3.4 BizRobo!	20
2.3.5 WinActor	22
2.3.6 Axelute	25
2.3.7 Robo-Pat	28
2.4 サンプルロボットの開発	29
2.5 まとめ	35
3. 機構業務の分類と RPA 適用可能性の検討	38
3.1 各業務分類に対する RPA 適用検討	38
3.2 まとめ	47
4. 結論	49
謝辞	50
参考文献	50

Contents

1. Introduction	1
2. Investigation and characterization of major RPA software	2
2.1 Basic concept of robot development	2
2.2 Basic classification of RPA software	7
2.3 Functional description of major RPA software	13
2.3.1 UiPath	13
2.3.2 Automation Anywhere	15
2.3.3 Blue Prism	17
2.3.4 BizRobo!	20
2.3.5 WinActor	22
2.3.6 Axelute	25
2.3.7 Robo-Pat	28
2.4 Development of sample robot	29
2.5 Conclusion	35
3. Classification of JAEA's work and examination of RPA applicability	38
3.1 Examination of application of RPA to each business classification	38
3.2 Conclusion	47
4. Concluding Remarks	49
Acknowledgements	50
References	50

1. 序論

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「機構」と略す）では、「仕事のやり方の効率化・集約化・IT化」を達成するため、機構の経営課題に関わる横断的な各種改革を推進し、機構の全業務のスリム化／スマート化を強力に推し進めている。

業務改革・業務効率化の分野においては、過去より IT が非常に強力な手段として活用されてきた。1980 年代にはオフィスオートメーション（OA）により、従来手作業で行っていた文書作成や会計処理が、メインフレームやパーソナルコンピュータ（PC）を利用して電子化された。1990 年代に入ってから、ネットワーク技術の進歩によるイントラネットの構築、インターネットの利用、グラフィカルユーザインタフェース（GUI）の一般化、パーソナルコンピュータのコモディティ化により、業務において IT を利用することが当然となった。さらに、2000 年代以降にはオープンアーキテクチャによる柔軟なサーバ・サービス構築、携帯電話・スマートフォンなど携帯情報端末の普及、クラウド技術による高速かつ低コストでのサービス導入など、近年に至るまで継続的な進化を遂げてきている。さらに、近い将来には AI 技術の進歩により、手作業の代替というだけでなく、人間の頭脳の代替まで可能になると予測される。

以上のように、様々な IT が業務改革に寄与してきたが、近年注目されている技術の一つとして、ロボティック・プロセス・オートメーション（RPA）が挙げられる。RPA とは、主に事務作業を担う担当者が PC などを用いて行っている一連の作業をソフト型のロボットを用いて自動化するものである。従来の IT は専門家が開発し業務担当者はその利用を行う形態が主流であった点に対し、RPA は業務担当者が直接開発を行うことが可能である点が最も大きな特徴である。エンドユーザコンピューティングの敷居を大いに下げ、人手不足を「デジタルレイバー」として補うことで業務の形態を変えると期待される技術であり、官公庁や民間企業への導入も積極的に行われている。

本稿は、RPA を機構業務で活用するために、主要な RPA ソフトの比較調査結果を述べるとともに、業務における諸々のパターンに対する RPA 適用可能性の検討結果に関して報告するものである。

2. 主要 RPA ソフトの調査と特性分析

現在、市場に流通している RPA ソフトは数十種類に及び、目的や用途に応じて多種多様な RPA ソフトが様々な組織で導入されている。全 RPA ソフトの調査を行うのは作業量的に現実的でないことから、導入シェアの高い主要 RPA ソフトをピックアップしてその機能の調査及びサンプル業務を対象にしたロボット試作を通じた特性確認を行った。

本章では、最初に RPA ソフトの一般的な機能とその分類を説明し、その後各 RPA ソフトの具体的な機能及び特性について述べる。

2.1 ロボット開発の基本概念

最初に、RPA で何ができるか、どうロボットを作るかに関して基礎的な部分を解説する。

少なくとも現在の RPA は、人間が PC 上で行う操作を自動的に行うためのロボットを開発するものである。基本的には人間の定型操作（あるウィンドウを選択する、ある画面項目を選択する、あるボタンを押す等）を並べていく。一方で、RPA は AI と共に語られることも多く、両者を混同して過大評価を受けることも多い技術であるため、現時点での RPA の立ち位置を正確に認識する必要がある。総務省による RPA ソフトのクラス¹⁾を図 2-1 に示す。

◆ RPAのクラス

クラス	主な業務範囲	具体的な作業範囲や利用技術
クラス1 RPA(Robotic Process Automation)	定型業務の自動化	・情報取得や入力作業、検証作業などの定型的な作業
クラス2 EPA(Enhanced Process Automation)	一部非定型業務の自動化	・RPAとAIの技術を用いることにより非定型作業の自動化 ・自然言語解析、画像解析、音声解析、マシンラーニングの技術の搭載 ・非構造化データの読み取りや、知識ベースの活用も可能
クラス3 CA(Cognitive Automation)	高度な自律化	・プロセスの分析や改善、意思決定までを自ら自動化するとともに、意思決定 ・ディープラーニングや自然言語処理

図 2-1 RPA ソフトのクラス¹⁾

Class1 は定型作業の自動化が可能な RPA ソフト、Class が上がるごとに自動化のレベルが上昇し、最大の Class3 では人工知能と組み合わせることで人間の意思決定まで含めた自動化が可能となる。現在市販されている RPA ソフトは全て Class1 に該当するものであり、ある業務全体を自動で行えるというのではなく、業務全体の中の固定操作を代替させるものである点に注意が必要である。イメージ的には Excel[®]等のマクロ機能を拡張したものであり、事前に設定された固定操作を高速かつ自動的に実行するものである。そのため、適用対象としては決められた WEB サイトの情報の入手や、各種システムに対する固定情報の入力、ルールが決められた上でのデータチェックなどが挙げられる。単純な固定操作ではあるが大量に繰り返しが必要な作業において大きな効果を発揮するソフトである。

続いて、RPA ソフトを用いた簡単なロボット作成例として、WEB ブラウザを立ち上げ、あるシステムに自動でログインする処理をロボット化する場合を説明する。

行う処理の流れは以下となる。

- ① WEB ブラウザ（Internet Explorer）を起動して URL を開く
- ② ID 枠とパスワード枠にそれぞれ文字列を入力する
- ③ OK ボタンを押す

上記の操作を画面で図示したものを図 2-2 に示す。



図 2-2 サンプル操作の画面

以上の各処理に対して、

①対象の指定

どのウィンドウの、どのボタン・枠・タブ等を対象とするか

②操作の指定

左クリックする、キーボードの Enter キーを押す、文字列を入力する等をそれぞれデザイナーと呼ばれる開発画面を用いて定義する。

RPA ソフト（UiPath™）を用いた上記の作成例を図 2-3 に示す。

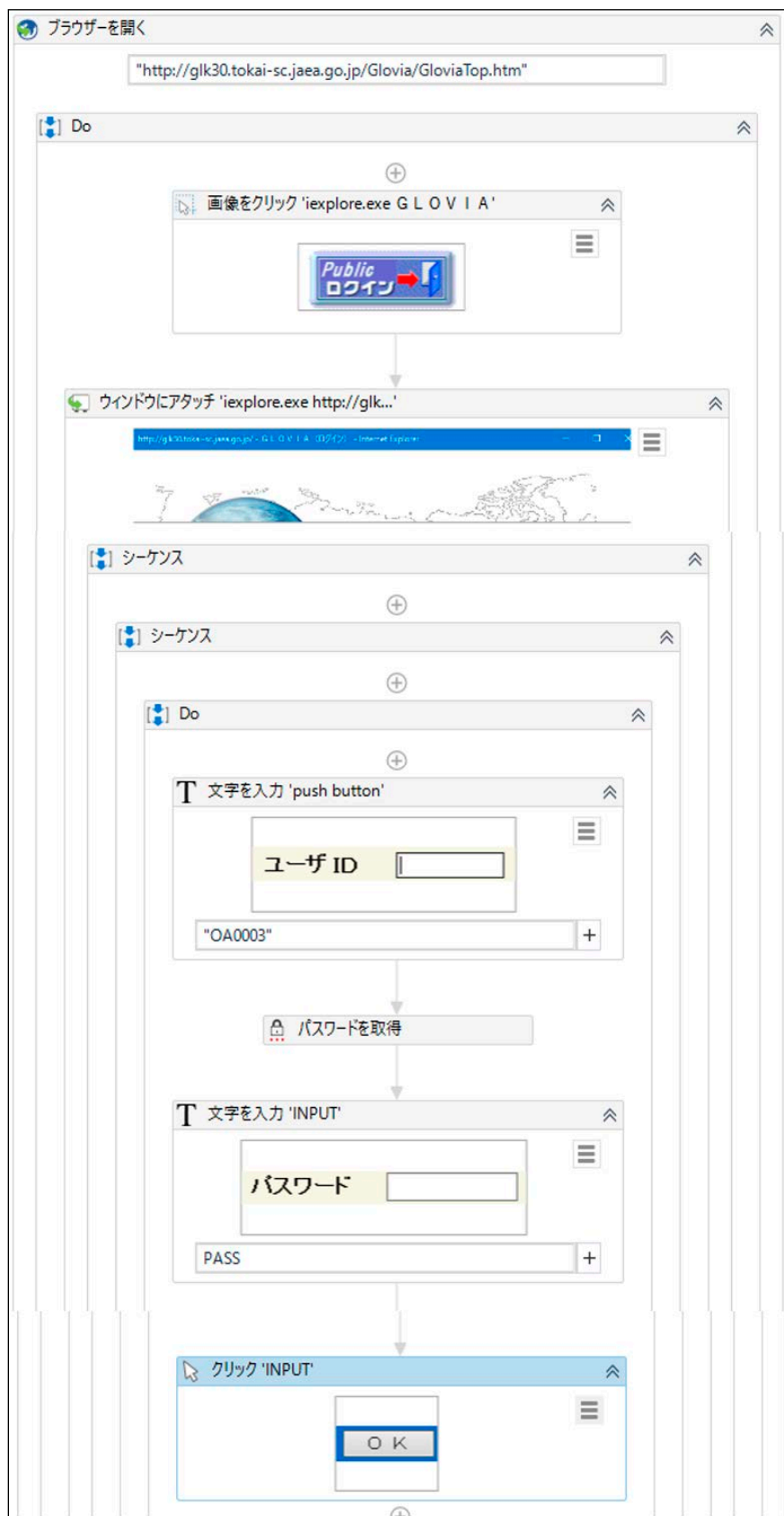


図 2-3 RPA ソフトを用いたサンプル操作

行いたい手順に対応したコマンド（本例だと、「ブラウザを開く」「画像をクリック」「文字を入力」等）を開発画面上で並べ、各コマンドの対象項目（本例だと、ログインボタンやユーザ ID 入力枠等）に対してグラフィカルユーザインタフェース（GUI）を利用して各種操作を設定する。

処理の流れを固定で記述するため、想定していない状況が発生すると、そこでロボットの実行が止まってしまう。想定外の状況としては、動作の途中で OS や他ソフトのポップアップによりアクティブウィンドウが横取りされてしまう、ログインボタンを押した際にパスワードの期限切れによりログインエラーのダイアログが出る、などが挙げられる。そのため、想定外の状況が極力発生しない環境を構築し、RPA ソフトによる処理以外を行わない環境を用意する必要がある。また、アプリケーションの画面遷移前にロボットのボタン操作が走ってしまうと同様に動作が不能となるため、画面遷移が発生するタイミングでは「wait」と呼ばれる待機時間を挟んで挙動をチューニングする必要がある。

2.2 RPA ソフトの基本分類

次に、市販されている RPA ソフトの一般的な分類について説明する。

① デスクトップ型とサーバ型

RPA ソフトには、「どの端末で動作するか」の観点で大きくデスクトップ型とサーバ型の 2 種類に大別される。デスクトップ型は、通常ユーザが利用する個々の PC にインストールしてロボットの開発及び実行を行う方式であり、サーバ型はシステム部門等が設置するサーバ上に RPA ソフト本体をインストールし、個々の PC 上ではクライアントソフト（デザイナー）を用いてロボットの開発のみ行う方式である。デスクトップ型の動作イメージを図 2-4 に、サーバ型の動作イメージを図 2-5 に、各方式の長所・短所を表 2-1 に示す。

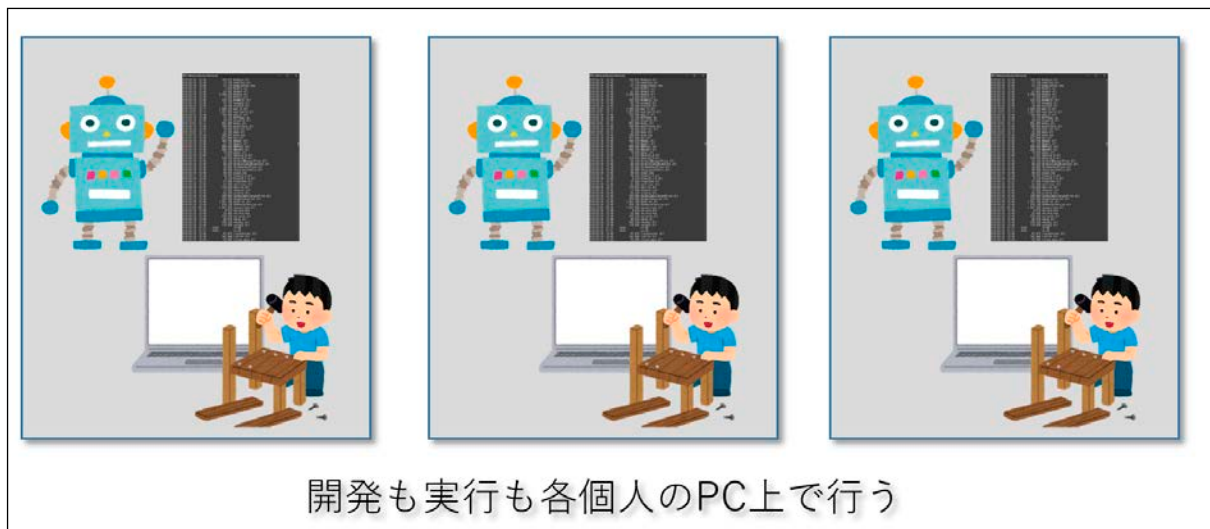


図 2-4 デスクトップ型の動作イメージ

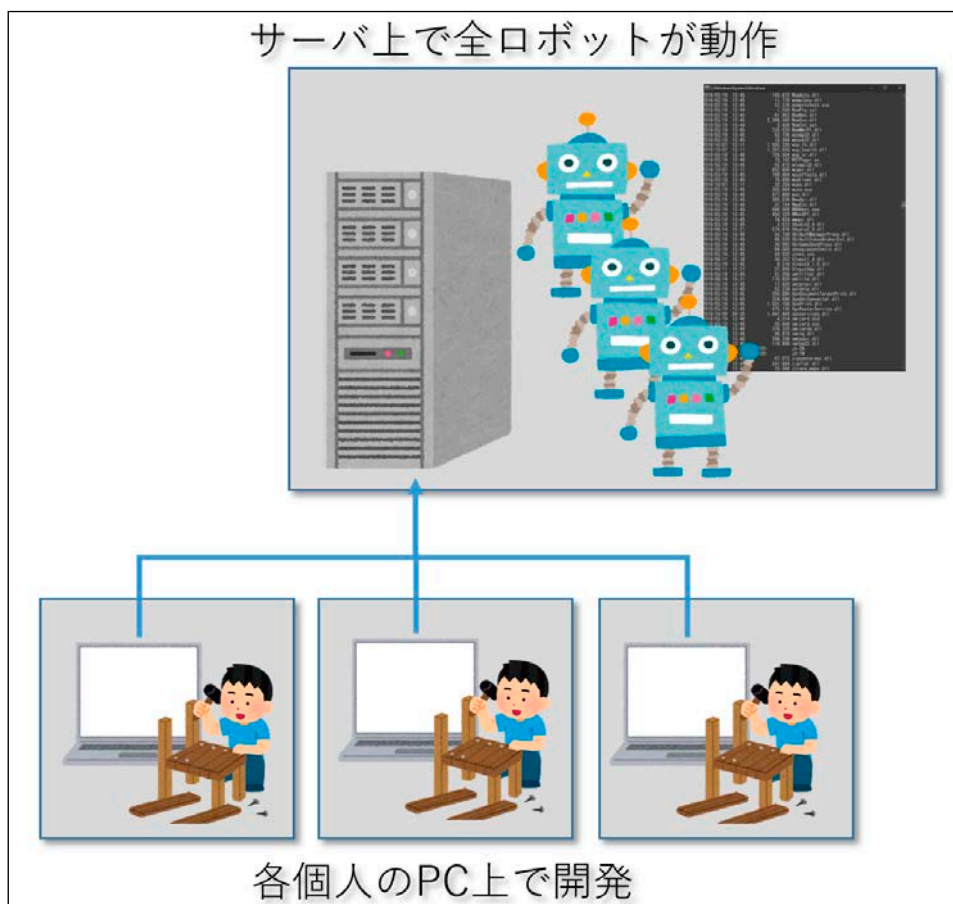


図 2-5 サーバ型の動作イメージ

表 2-1 デスクトップ型とサーバ型の長所及び短所

	長所	短所
デスクトップ型	・PC にインストールすれば利用可能となるため、導入のハードルが低い（スモールスタートに向く） ・個人で RPA ソフトを占有するため、ロボット実行に際して他利用者の影響を受けない	・PC では RPA ソフト以外の様々なアプリケーションソフトが動作するため、他ソフトの影響でロボット実行が阻害されるケースが発生する ・個人の PC 上のみにロボットが存在するため、組織的な統制管理が不可能 ・PC1 台毎のライセンス形態（ノードロック方式）が多いため、動作台数が増えるとライセンス費用が比例して増加する
サーバ型	・一般的に運用統制機能も備えるため、運用統制が可能 ・同時実行数型のライセンス形態（フローティング方式）が多いため、利用者数が増加してもライセンス費用を低く抑えることが可能 ・通常、サーバには不要なソフトは稼働させないため、動作時の安定性が高い	・サーバを設置する必要があるため、導入コストとセットアップ作業工数及び運用管理者の設置が必要

表 2-1 で示す通り、基本的には両方式ともに一長一短があるため、導入の目的や組織の運用体制に応じて適切な方式を選択する必要がある。特に、巨大な組織においては内部統制管理が強く求められるため、運用統制機能（誰がどのロボットを開発したか、いつどのロボットが実行されたかを把握する機能）の実装可否が重要となる。

なお、デスクトップ型の RPA ソフトでも、オプション機能としてサーバ上での運用統制機能を付加可能な製品も存在する。また、RPA 開発ベンダ上で都度ライセンス認証を行うことで、同時実行型のライセンス形態で導入可能な製品も存在する。

② 画像認識型とオブジェクト認識型

ロボットの開発では、操作対象の画面の項目を指定し、必要なアクションを定義する。操作対象の項目指定方式としては、大別すると画像認識型とオブジェクト認識型の 2 種類に分類される。画像認識型は、画面上からキャプチャしたアイコンや文字等を画像として保存し、対象の画像に対して操作を定義する方式である。オブジェクト認識型は、操作対象の項目をオブジェクト ID を用いて一意に判別する方式である。例えば、WEB サイトであれば HTML のタグ要素

等を用いて認識する。画像認識型の項目指定画面例を図 2-6 に、オブジェクト認識型の項目指定画面例を図 2-7 に、各方式の長所・短所を表 2-2 に示す。

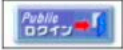
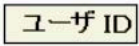
	コマンド	ターゲット画像	入力内容
1	IEを起動		URL: http://! 最大化して開く: false
2	クリック		
3	クリック		
4	文字列入力	X:101 Y:-4 	入力内容:
5	キー操作		送信キー: Tab
6	クリック		

図 2-6 画像認識型の項目指定画面例



図 2-7 オブジェクト認識型の項目指定画面例

表 2-2 画像認識型とオブジェクト型の長所及び短所

	長所	短所
画像認識型	・ 原理的にはデスクトップに表示されるすべてのアプリケーションソフトが操作できる ・ 画面上の画像を対象にするため、IT に関する専門知識が無くても開発可能	・ 解像度の変化やウィンドウの位置等により開発時の画像が認識できない場合に動作不能となる ・ 実行時に行数や画面が変わるような動的なアプリケーションを対象にする場合はあらゆるパターンの画像を用意しないといけないため、開発工数が非常に大きくなる
オブジェクト認識型	・ 操作対象項目をオブジェクト ID を用いて一意に指定するため、実行時の安定性が高い ・ 動作速度が速い	・ 基本的に操作可能なのは WEB や VB などオブジェクト ID が取れるアプリケーションに限定される ・ 開発に際しては HTML 等の言語の専門知識が必要となる

画像認識型は開発が容易であり汎用的ではあるが実行時に問題が多く生じ、オブジェクト認識型は開発難易度が上がり対象指定にも制限が生じるものの実行時の安定性・再現性が高いという特徴を持つ。オブジェクト ID の指定に際して、HTML 等のソースコードを開発者が直接解析せずに、GUI を用いて画面上の項目をクリックすることで自動的に取得可能な製品も存在する。現在の RPA ソフトでは両方式に対応し、用途や状況に応じて各方式を使い分ける形態が一般的である。上記の 2 方式に加え、特定のアプリケーションソフト（メールクライアントや Excel[®]等）に対しては API（Application Programming Interface、アプリケーションソフトの機能を外部から利用するためのインタフェース）を用いて直接操作可能な機能も存在する。

③ フローチャート型とスクリプト型

ロボットの開発では、各ステップの操作をつなげて全体としての動作（シナリオ）を定義する。シナリオの定義方式として、大別してフローチャート型とスクリプト型の 2 種類に分類される。フローチャート型の開発画面例を図 2-8 に、スクリプト型の開発画面例を図 2-9 に、各方式の長所・短所を表 2-3 に示す。

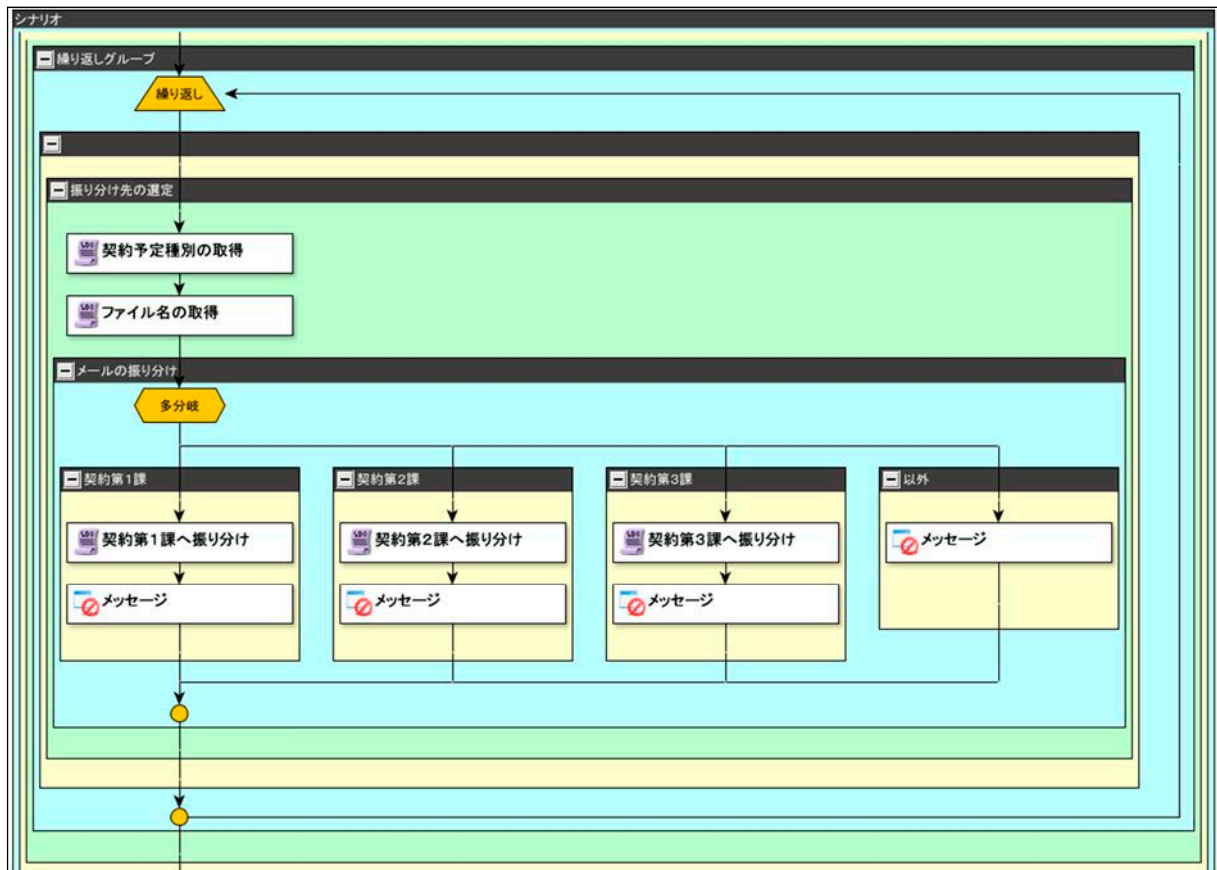


図 2-8 フローチャート型の開発画面例

```

1 Launch Website "http://glop40w.tokai-sc.jaea.go.jp/userguide/index.php"
2 Object Cloning: Click On Link "" in window 'FrontPage - 財務・契約情報システム(ver4.0)利用ガイド - Internet Explorer'; Click Type: Left Click; Source: Window; Play Type: Object
3 Object Cloning: Set Text of TextBox "" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/?usrInf=&SubSysId=SE&url=http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/ - Internet Explorer'; Value: "OA0003"; So
4 Object Cloning: Set Text of TextBox "" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/?usrInf=&SubSysId=SE&url=http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/ - Internet Explorer'; Value: "*****"; S
5 Object Cloning: Click On PushButton "" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/?usrInf=&SubSysId=SE&url=http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/ - Internet Explorer'; Click Type
6 Delay: (1 sec)
7 If Window Exists ("Web ページからのメッセージ") Then
8   Comment: Please enter the conditional commands here.
9   Object Cloning: Click On PushButton "OK" in window 'Web ページからのメッセージ'; Click Type: Left Click; Source: Window; Play Type: Object
10 End If
11 Object Cloning: Click On PushButton "" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/?paraUserId=&paraPassWord=&paraSubSysId=SE&paraURL=http://gy'; Click Type: Left Click
12 Object Cloning: Click On Link "支出契約請求起案業務処理" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/?usrInf="'; Click Type: Left Click; Source: Window; Play Type: Object
13 Start Loop "Each message on server: ms.jaea.go.jp, User Name: kimura.hideo37, SSL ServerType: POP3, Message Format: Plain Text"
14   Comment: Please enter your commands to loop. Use Email Automation variables for each email on Server (e.g. $Email From$, $Email To$, etc.)
15   Message Box: "$Email Subject$"
16   String Operation: Find "【ワークフロー】最終処理結果のお知らせ" within "$Email Subject$" and assign output to $Prompt-Assignment$
17   If $Prompt-Assignment$ Greater than or Equal To (>=) "1" Then
18     Comment: Please enter the conditional commands here.
19     Message Box: "対象メール: $Email Subject$"
20     Message Box: "対象メールの内容: $Email Message$"
21     String Operation: Before-After "$Email Subject$"; Before: "[ "; After: "]" and assign output to $keiyaku_num$
22     String Operation: Extract substring from "$Email Subject$" and assign output to $keiyaku_num$
23     Message Box: "$keiyaku_num$"
24     Comment: メールの内容をファイルに保存する
25     Object Cloning: Set Text of TextBox "ysnsk_number_ref" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/ - 財務・契約系フロントシステム - Internet Explorer'; Value: "$keiyaku_num$"; So
26     Object Cloning: Select Item By Text "修正/参照する" of ComboBox "ysnsk_shori_id" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/ - 財務・契約系フロントシステム - Internet Explorer';
27     Object Cloning: Click On PushButton "" in window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/ - 財務・契約系フロントシステム - Internet Explorer'; Click Type: Left Click; Source: Window; Play T
28     Object Cloning: Get Selected Text of ComboBox "" from window 'http://gyweb40.tokai-sc.jaea.go.jp/ - 財務・契約系フロントシステム - Internet Explorer'; Assign to variable "$Prompt-Ass
29     Message Box: "$Prompt-Assignment$"

```

図 2-9 スクリプト型の開発画面例

表 2-3 フローチャート型とスクリプト型の長所及び短所

	長所	短所
フローチャート型	・フローチャートの絵図を用いてシナリオを記述するため、直観的に理解できる	・シナリオの分量が増えると全体構造が把握しにくい
スクリプト型	・文字でシナリオを記述するため、絵に比べて1画面で視認できる情報量が多い	・プログラミング未経験者にとっては敷居が高い

フローチャート型は視覚的にアクションの順番や分岐・繰り返しが視認できるため、プログラミング経験の無い初心者にとっては理解しやすい。スクリプト型はIF文やLOOP処理が文字として記載されるため、初心者では全体処理の流れが理解できない。一方で、一画面に表示される情報量が多いため、プログラムの制御文に慣れている開発者にとっては利便性が高い。いずれの形式にしても、シナリオのステップ数が巨大となると開発後の修正や機能追加が容易ではなくなるため、適切な処理単位でシナリオファイルを小分けにし、階層的に全体処理を記述する必要がある。

2.3 主要 RPA ソフトの機能解説

前節で RPA ソフトの大まかな分類を解説した。続いて、本節では市販されている RPA ソフトのうち、市場シェアの高さの観点等から選択した7種のソフトに関して、その概要と特徴を解説する。

2.3.1 UiPath™

① 概要

UiPath™はUiPath社が開発したRPAソフトであり、RPAソフトの市場シェア調査において常に上位にランクインしている。海外製のソフトでありながら積極的に日本語対応を進めており、ロボットの開発画面においてはほぼ完全に日本語化がなされている。動作方式としては基本的にはデスクトップ型であるが、オプションとしてUiPath Orchestratorと呼ばれるサーバ上の運用統制機能を追加することも可能であり、スモールスタートから本格的な全社展開まで拡張可能である。項目取得はオブジェクト型と画像認識型の両方式が利用可能である。図 2-10 にUiPath™のシナリオ作成画面を示す。

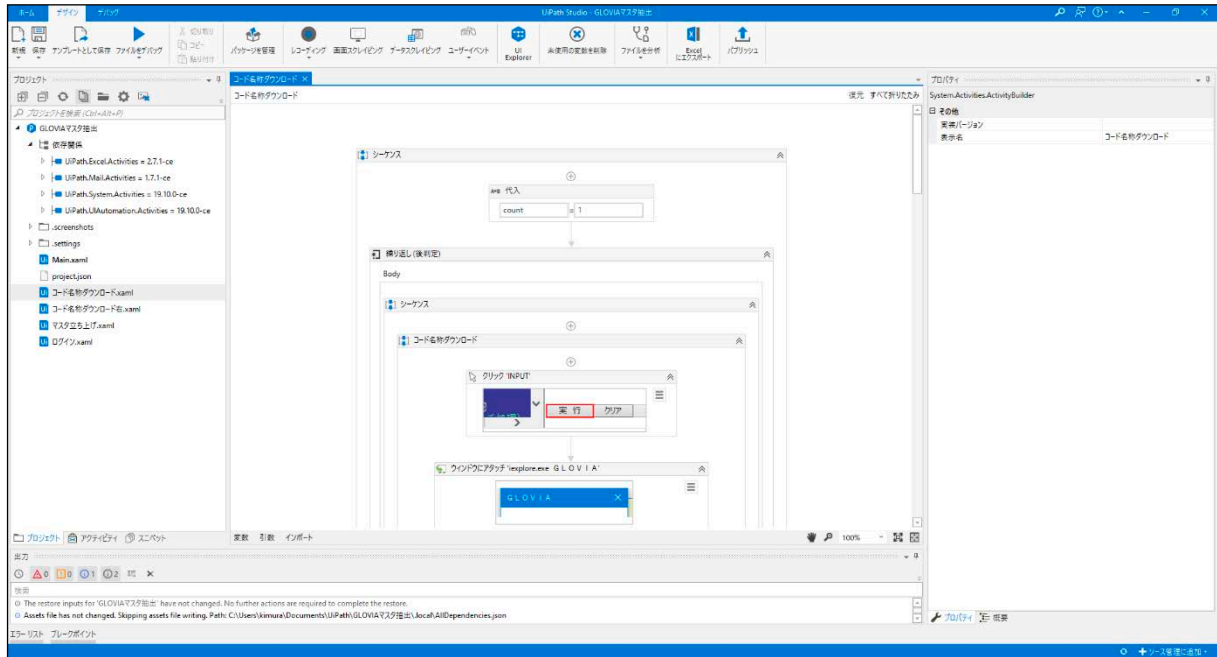


図 2-10 UiPath™ のシナリオ作成画面

画面左枠にシナリオ全体のファイル構成を示す「プロジェクト」、クリックやテキスト入力等の各コマンドを選択するための「アクティビティ」、シナリオのテンプレートとして利用可能な「スニペット」が配置される。中央には開発者がフローチャート型のシナリオを記載するための枠が表示され、右枠にプロパティが配置され、各アクティビティの詳細設定内容が展開される。

② 特徴

オブジェクト型と画像認識型の両形式が利用可能であり、オブジェクトの取得は GUI を用いて画面上のボタン等をクリックすることで自動的に取得できる。WEB のほか、VB で開発されたアプリケーションのオブジェクトも同様の操作で取得できる。

変数の利用も可能であり、単なる数値やテキスト変数だけでなく、VB.NET のオブジェクト変数やメソッドも利用可能である。例えば複数のメールアドレスを MailMessage 型のコレクションで一括取得し、各個別メールを LOOP 処理で展開し、メソッドを使って件名・本文の項目を処理する等の処理が比較的容易に表現できる。一方で、変数の代入時に型を意識してキャストする必要があるため、プログラミング未経験者にとってはハードルの高さを感じる部分でもある。

画像から文字起こしを行うための OCR 機能も内蔵されており、直接取得できない文字項目を OCR 経由でテキストデータに変換して変数に格納する、といった処理も可能である。

メールに関しては Microsoft Outlook 用のアクティビティを利用して操作するほか、POP3 や SMTP、IMAP を直接操作するためのアクティビティも用意される。

画面スクレイピング機能により、WEB ページ上の表形式のデータを容易にテーブル型の変数へ一括取得することが可能である。

2.3.2 Automation Anywhere®

① 概要

Automation Anywhere®はAutomation Anywhere社が開発したRPAソフトである。海外での市場シェアが大きく、大規模なRPA導入を行う場合に適したソフトである。他のRPAソフトと異なりスクリプト型のロボット開発スタイルを採用しており、画面上にも英語の記載が多く、従来のプログラム開発に比較的近い。そのため、定型業務を自動化するだけでなく、基幹系システムなど大規模システムを対象にした基幹処理の自動化にも対応可能である。サーバ型のRPAソフトであり、運用統制機能をデフォルトで備える。図2-11にAutomation Anywhere®のシナリオ作成画面を、図2-12にAutomation Anywhere®のロボット実行制御画面を示す。

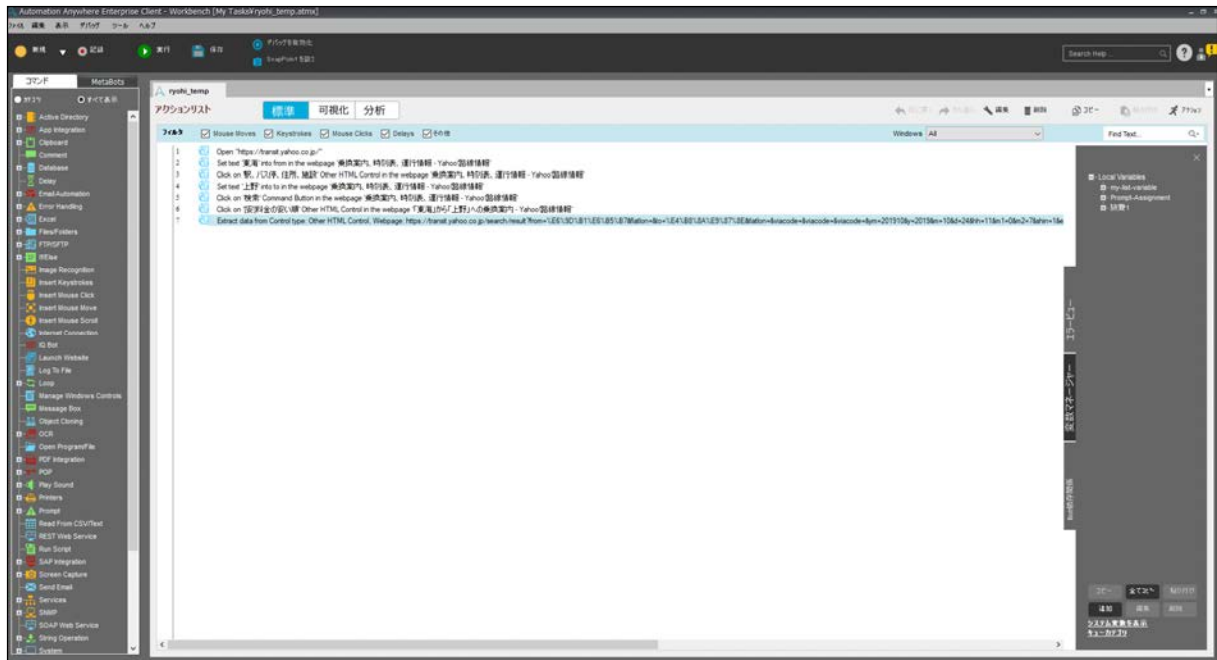


図2-11 Automation Anywhere®のシナリオ作成画面

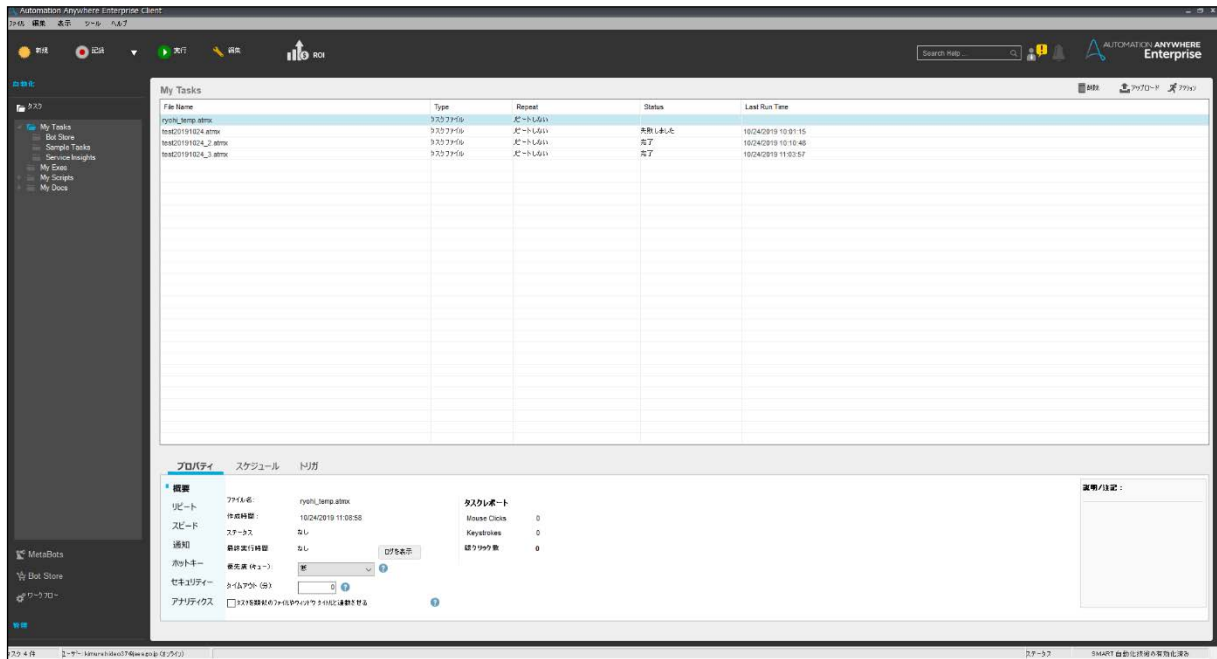


図 2-12 Automation Anywhere®のロボット実行制御画面

他の RPA ソフトと同様に、左枠に「コマンド」と呼ばれる操作アイコンが配置され、中央の「アクションリスト」にコマンドを並べて処理の記述を行う。右枠には定義した変数の一覧が表示され、一般的なプログラミングを GUI にて行うイメージとなる。

ロボットの実行制御画面上には全ロボットの一覧が表示され、各ロボットの最終実行時間・実行状態が表示される。

②特徴

他の RPA ソフトと同様に画像・オブジェクトを対象としたマウスやキーボードの操作を記憶させるほか、REST や SOAP のメッセージ処理のコマンドも用意されている。そのため、デスクトップ上のアプリケーションではなくサーバ上の WEB アプリケーションと直接連携も可能であり、通常のアプリケーションに近い処理が実装できる。

メール処理用の POP、SMTP、IMAP のほか、FTP コマンドやスクリプトの実行、SNMP のインタフェースも備えるため、基幹系システムのバッチスケジュール処理やサーバの稼働監視、エラー時の情報通知にも適用可能である。

運用統制機能を保有しているため、各ロボットの実行履歴や稼働状況を把握でき、かつ「ダッシュボード」機能により運用状況を可視化することが可能であり、例えばロボットが稼働した時間を金額に換算して費用対効果を可視化するなど、レポートニングにも利用できる。

Excel®や CSV ファイルの操作コマンドも準備されているため、熟練者であれば一般的な PC 操作からサーバ上のシステム処理まで幅広く利用することができる。一方で、開発スタイルが従来のプログラミングに近いいため、初心者が利用するには十分な訓練が必要となる。

2.3.3 Blue Prism®

① 概要

Blue Prism®はBlue Prism社が開発したRPAソフトである。Blue Prism社はRPAの分野では老舗であり、海外の特に金融分野で強みを持つベンダである。そのため、Blue Prism®は運用統制機能が非常に豊富であり、セキュリティやコンプライアンスが強く求められる領域において導入例が多い。シナリオ開発はフローチャート型であり、動作形態としてはサーバ型である。図2-13にBlue Prism®のシナリオ作成画面を、図2-14にBlue Prism®のロボット実行制御画面を示す。

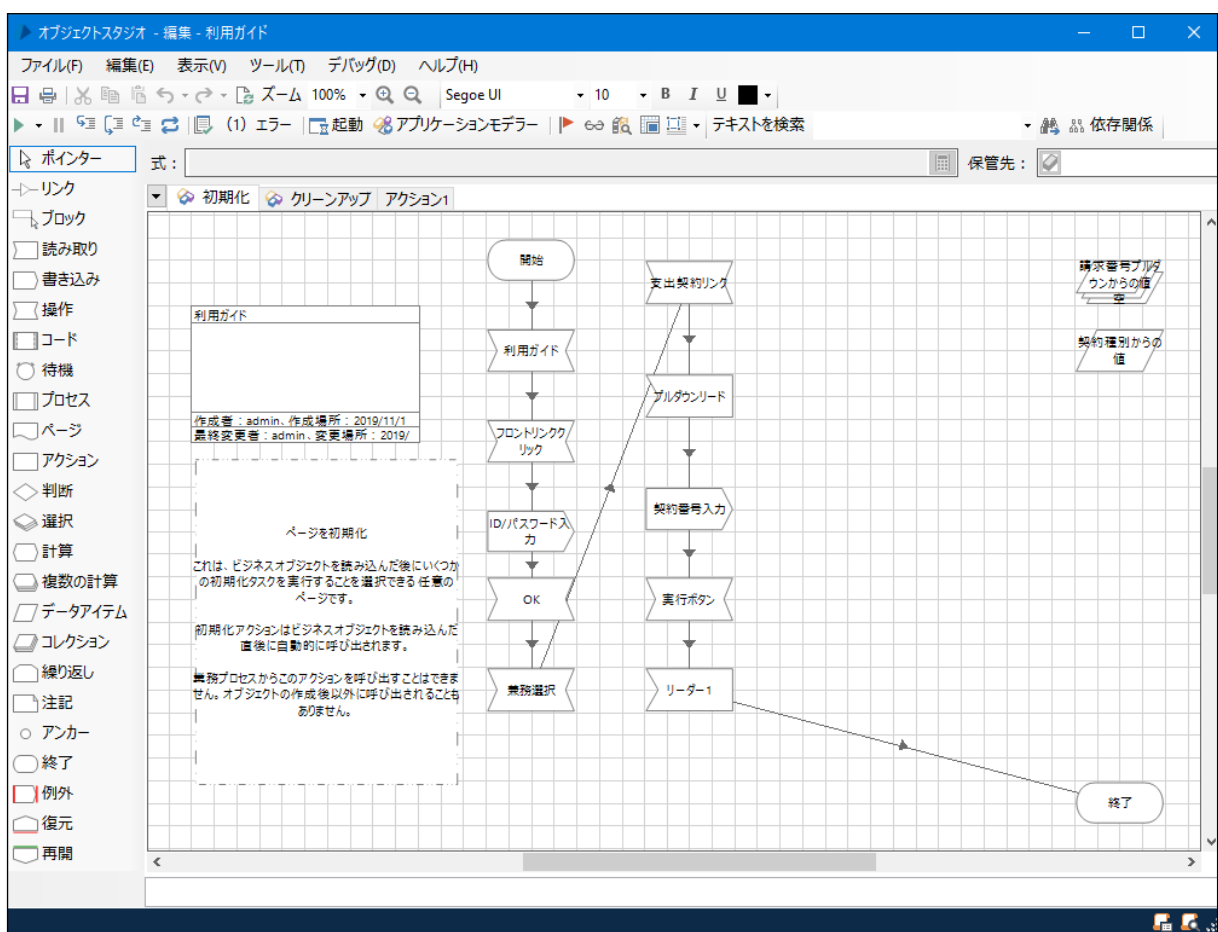


図 2-13 Blue Prism®のシナリオ作成画面

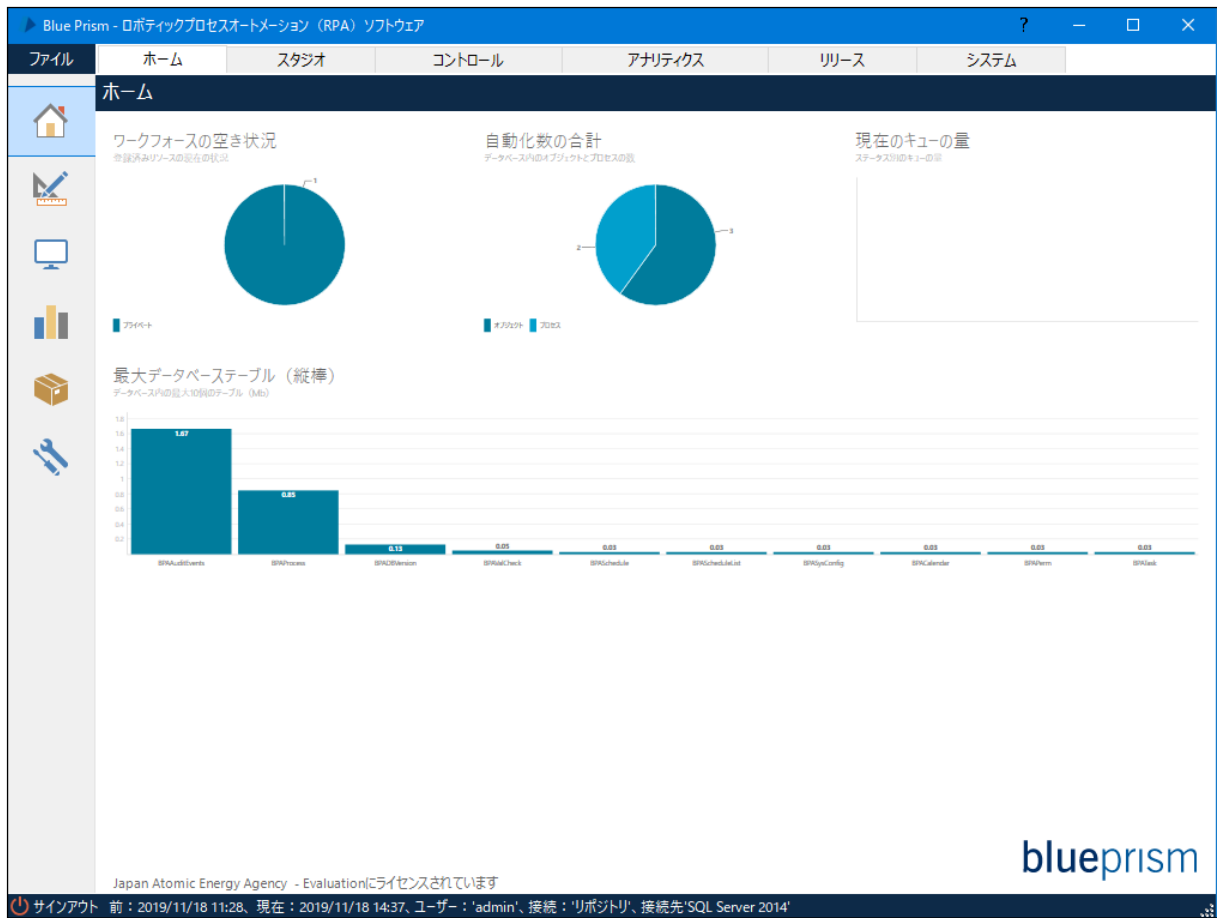


図 2-14 Blue Prism®のロボット実行制御画面

Blue Prism®も他の RPA ソフトと同様に左枠に操作や制御のコマンドが並べられ、中央部のフローチャートで並べていく。変数に関しても「データアイテム」や「コレクション」として同一の画面上に定義する。

② 特徴

運用統制機能が他の RPA ソフトと比較して群を抜いており、通常のサーバ型のようなロボットの実行履歴管理のみでなく、開発履歴まで管理可能である。Blue Prism®のロボット開発履歴管理画面を図 2-15 に示す。

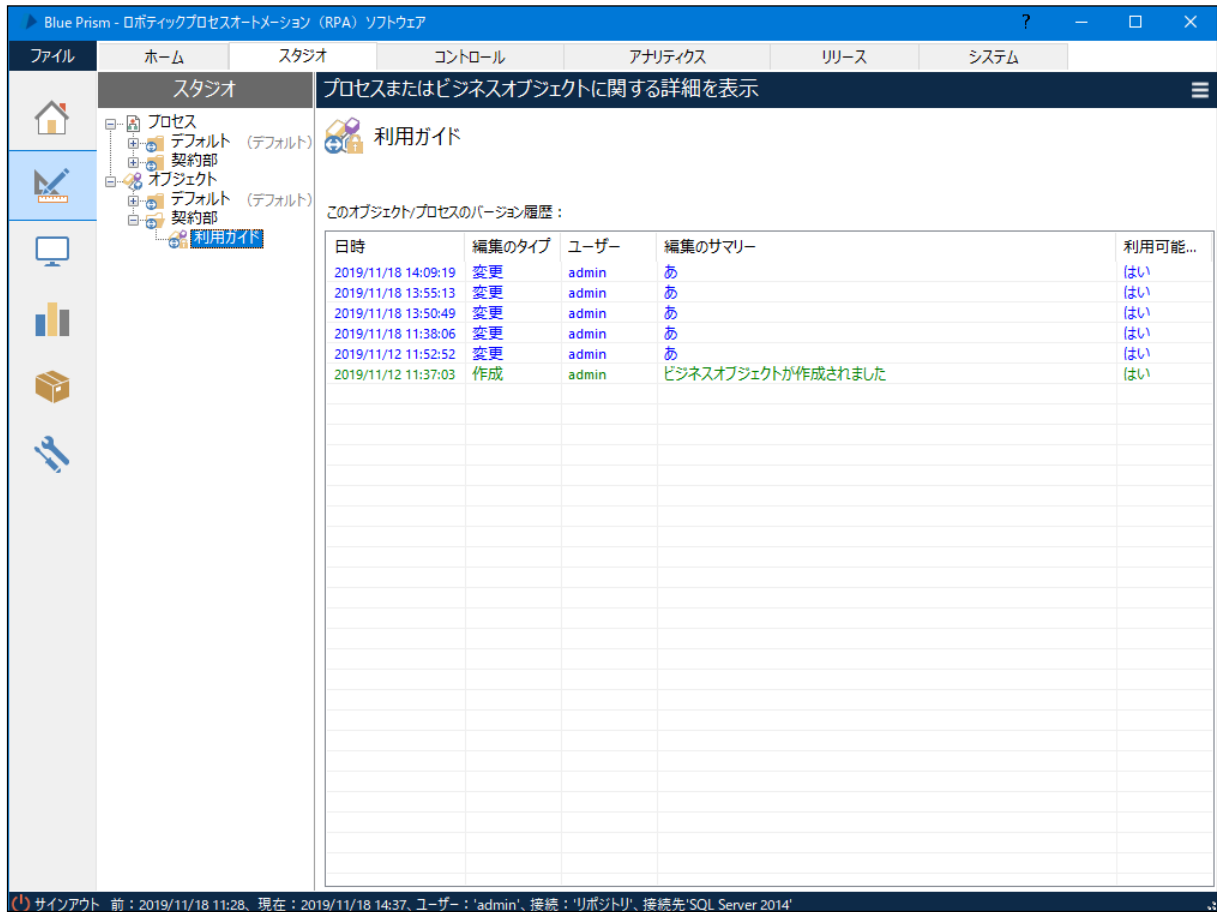


図 2-15 Blue Prism®のロボット開発履歴管理画面

どのロボットをいつ・誰が・どのように変更したかがサーバ上に記憶され、システム管理者による確認が可能である。加えて、作成したシナリオファイルはすべてサーバ上に保存されるため、他の開発者にテンプレートとして公開することが可能である。

また、開発したシナリオの再利用性を重視した構造となっており、シナリオ開発時には各画面項目・操作の詳細を定義する「オブジェクト」と複数のオブジェクトをフローに並べて全体処理を定義する「プロセス」が明確に分離される。オブジェクトは共通部品として再利用するのが前提であるため、適切に処理単位を分離して構築すれば以降の新規シナリオ開発が非常に効率的に実施できる。一方で、ロボットの設計の際に処理の構造化が必要となるため、プログラム設計の知識や経験が求められる。

2.3.4 BizRobo!®

① 概要

BizRobo!®は RPA テクノロジーズ社が開発した RPA ソフトである。シナリオ開発はフローチャート型であり、動作形態としてはサーバ型である。「Design Studio」と呼ばれる画面を用いてオブジェクト認識型を主に開発するスタイルであり、デスクトップ型機能は「Desktop Automation」と呼ばれる画面で相補的に開発する。図 2-16 に Design Studio のシナリオ作成画面を、図 2-17 に Desktop Automation の開発画面を示す。

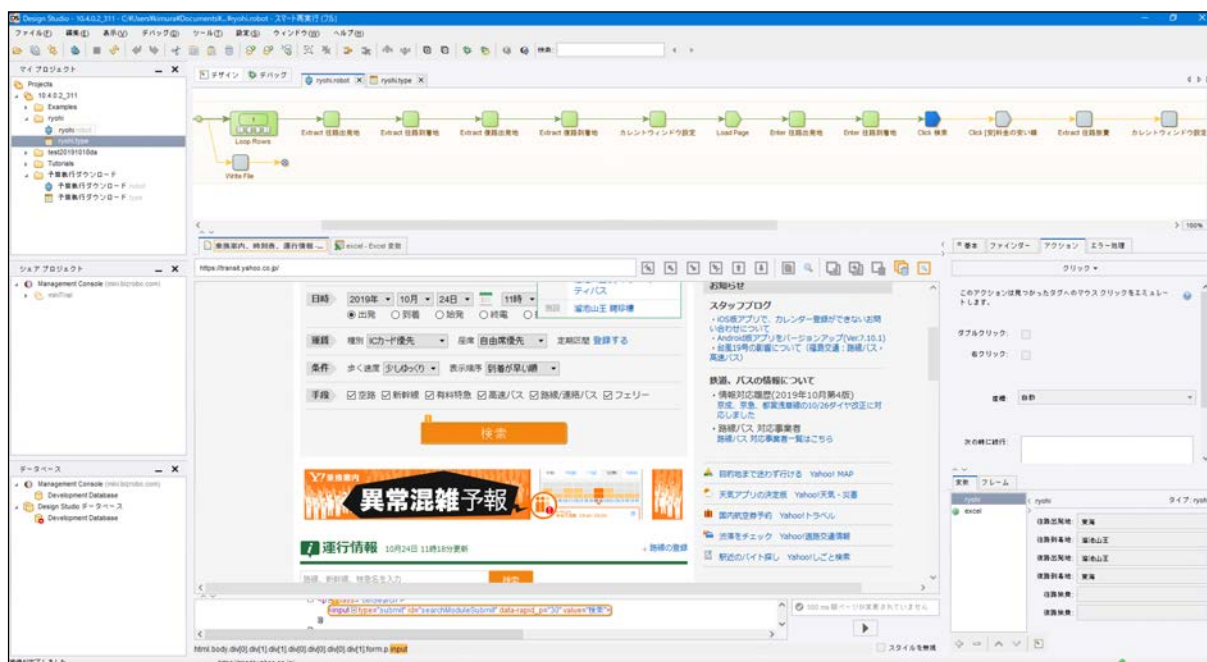


図 2-16 Design Studio のシナリオ作成画面

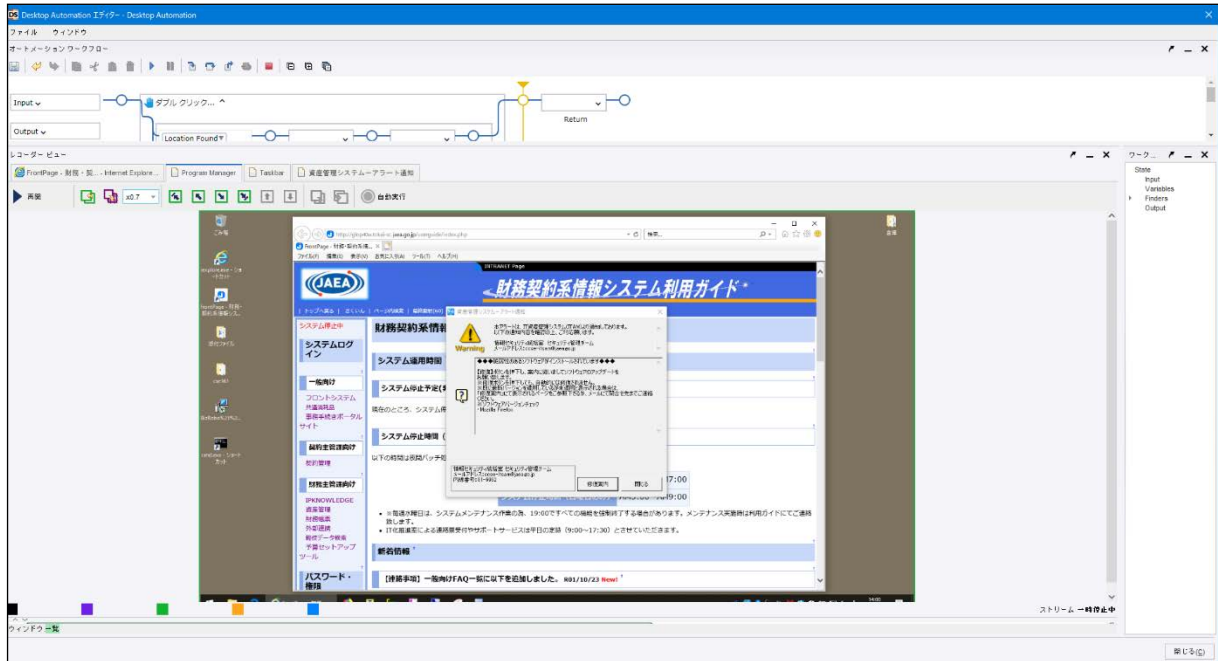


図 2-17 Desktop Automation の開発画面

横向きに羅列されるフローチャート画面下枠には、操作対象の WEB 画面が表示され、WEB 画面上の項目をマウスでクリックすることでオブジェクト ID を自動で取得できる。

BizRobo!®はサーバ型の RPA ソフトであるため、デスクトップ操作に関してはサーバからリモート接続で対象の PC へアクセスして操作を定義する。画面上部に操作のフローチャートが表示され、画面下部にリモート先のデスクトップ画面が表示される。

② 特徴

他の RPA ソフトとの一番大きな違いは WEB の操作である。他の RPA ソフトでは、WEB ページの参照や WEB アプリケーションの操作は対象の PC・サーバにインストールされている Internet Explorer 等の WEB ブラウザの操作で実現しているが、BizRobo!®においてはソフト内に内蔵されたブラウザエンジンが直接動作する。完全なバックグラウンドで WEB 操作処理が進むため、他のアプリケーション等の外乱を受けずに安定した動作が可能である。内蔵ブラウザを用いるため、Cookie や Web ストレージの操作、REST や SOAP の Web サービス呼び出し用のコマンドも準備されている。

サーバ型の製品ではあるものの、サーバ機能をクライアント機能に同梱した BizRobo! mini®と呼ばれる製品も提供されており、大規模から小規模での導入の方向への拡張が行われている。

2.3.5 WinActor®

① 概要

WinActor®は NTT アドバンステクノロジー社が開発した RPA ソフトであり、RPA ソフトの日本国内シェア調査において No.1 の実績がある。純国産の RPA ソフトのため、ロボットの開発画面やマニュアル、サポートのすべてが日本語化で対応されている。動作方式としては基本的にデスクトップ型であるが、オプションとしてオンプレミス型の WinDirector® powered by NTT-AT や、クラウド型の WinActor® Manager on Cloud と呼ばれるサーバ上の運用統制機能を追加することも可能であり、スモールスタートから本格的な全社展開まで拡張可能である。項目取得はオブジェクト型と画像認識型、座標認識型の 3 方式が利用可能である。図 2-18 に WinActor のシナリオ作成画面を示す。

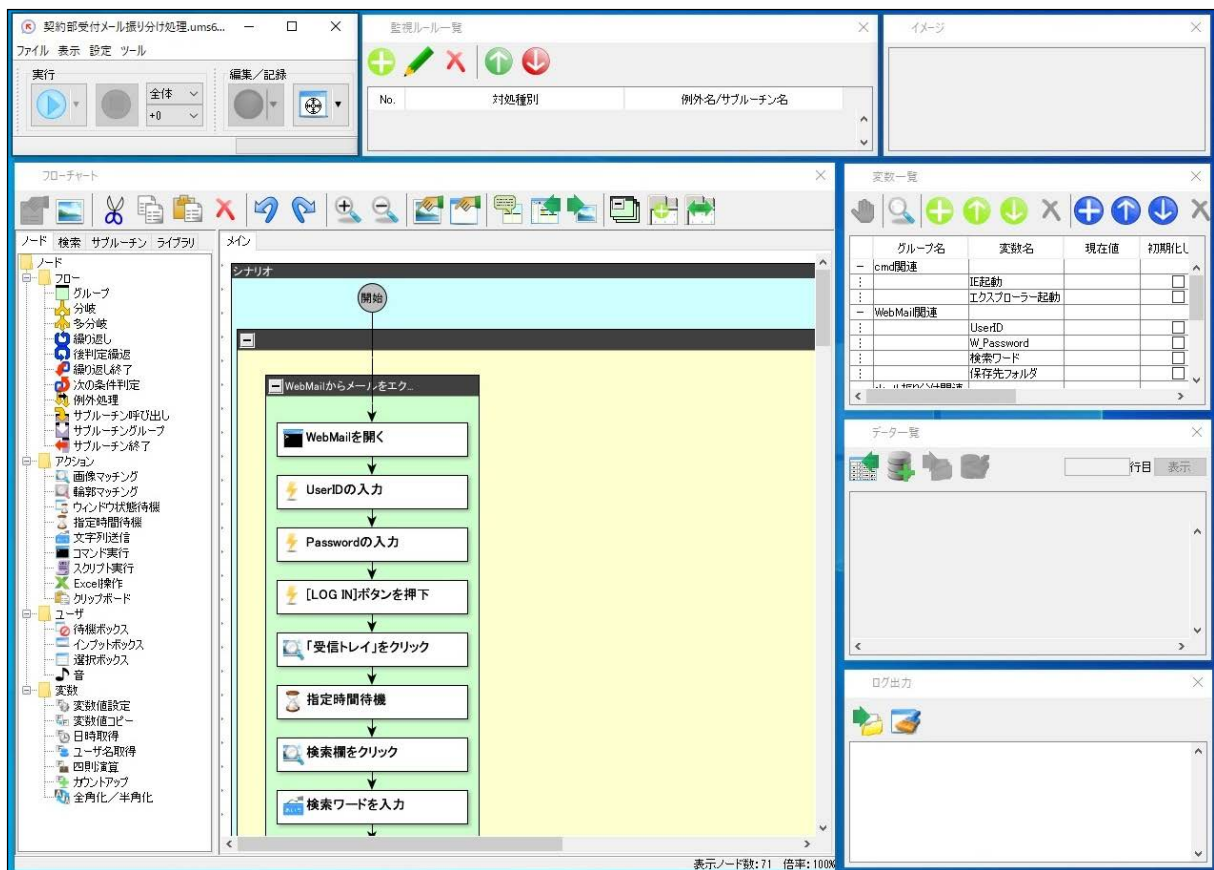


図 2-18 WinActor®のシナリオ作成画面

シナリオの実行や記録等、基本的な操作を実行する「メイン画面」、アプリケーションのエラーやパスワード画面等のウィンドウが表示された際に、シナリオの停止やサブルーチンの呼び出し等、WinActor®に対処動作を設定する「監視ルール一覧画面」、ロボット作成時の画面キャプチャを確認する「イメージ画面」、シナリオで使用、定義されている変数を一覧で表示する「変数一覧画面」、シナリオで利用するデータを一覧で表示する「データ一覧画面」、シナリオ実行

時の実行経過やエラーに関する発生時刻、ノード ID、実行結果等が記録される「ログ出力画面」、シナリオの作成、修正を行う「フローチャート画面」が配置される。「フローチャート画面」左枠では、シナリオ作成時に利用する基本的な部品が格納されている「ノード」、エラー箇所等特定のノードを検索するための「検索」、特定の処理を実行するためのシナリオが格納された「サブルーチン」、独自に作成したノードや開発元が作成したサンプルノードが格納されている「ライブラリ」が配置されている。右枠には開発者がフローチャート型のシナリオを記載するための枠が表示される。

② 特徴

シナリオの作成は、コンピュータで行った見本操作を WinActor[®]がフローチャート化し、自動で雛形が作成される。作成された雛形のシナリオに、実行したい処理に応じた動作を「ノード」や「ライブラリ」からドラッグ&ドロップで直接追加することができるため、プログラム未経験者でも容易に作成することができる。「ライブラリ」には文字列操作の他、Office 製品やブラウザの操作等インストール時から約 450 ものサンプルノードが格納されているため、幅広い処理の対応が可能である。

操作対象の項目指定方式としてオブジェクト型と画像認識型、座標認識型の 3 方式が利用可能である。オブジェクトの取得は GUI を用いて画面上のボタン等をクリックすることで基本取得できるが、取得できなかった場合 HTML ソースコードから frame や tag を直接指定する必要がある。

他の RPA ソフトとの一番大きな違いはマウスやキーボード操作の設定である。他の RPA ソフトでは、直接入力型による操作設定を行うが、WinActor[®]においては選択型で操作設定を行う。図 2-19 に WinActor[®]のキーボード操作選択画面を示す。

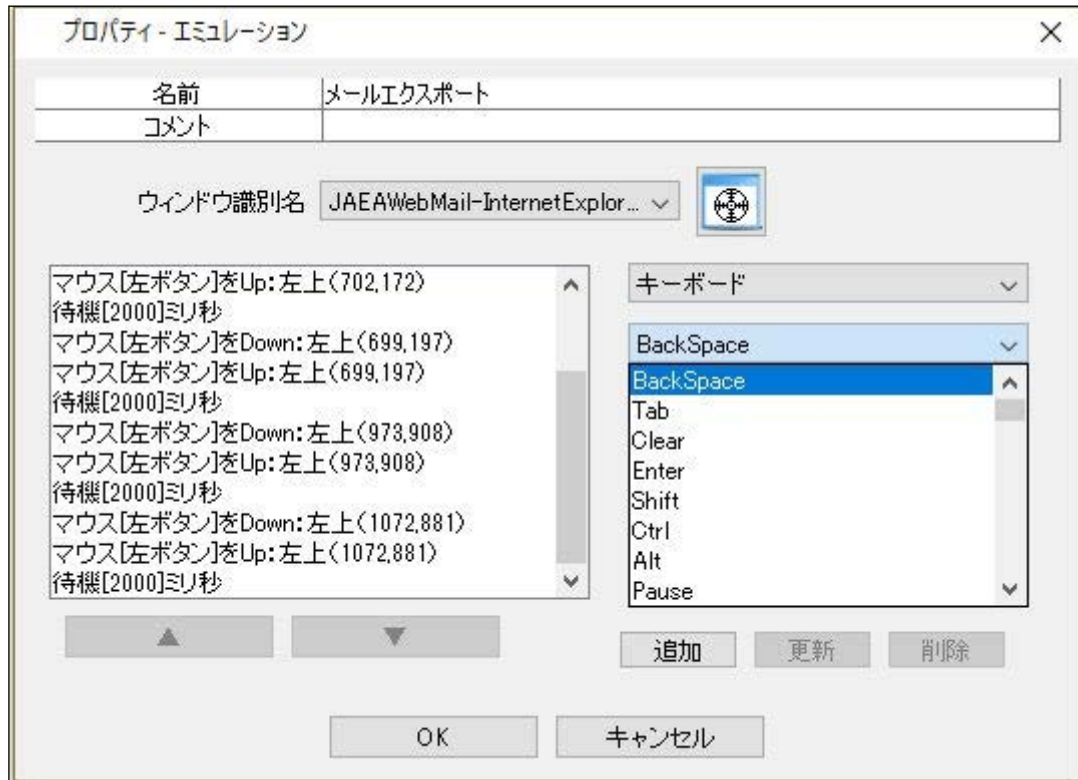


図 2-19 WinActor®のキーボード操作選択画面

キーボードの押下やマウスクリック操作を「Up」「Down」で設定することにより、ショートカットキーの操作はもちろんのこと、ドラッグ&ドロップによるファイル移動やマウス操作による範囲指定等も対応可能である。

2.3.6 Axelute™

① 概要

Axelute™は富士通社が開発したRPAソフトである。WinActor®同様純国産のRPAソフトのため、ロボットの開発画面やマニュアル、サポートのすべてが日本語化で対応されている。シナリオ作成方式として、他のRPAソフトと違いスクリプトツリー形式の開発画面を採用している。動作方式としては基本的にデスクトップ型であるが、オプションとしてサーバ管理型のAxelute Managerと呼ばれるサーバ上の運用統制機能を追加することも可能であり、スモールスタートから本格的な全社展開まで拡張可能である。項目取得はオブジェクト型と画像認識型、座標認識型、構文解析型の4方式を組み合わせで取得している。図2-20にAxelute™のシナリオ作成画面を示す。

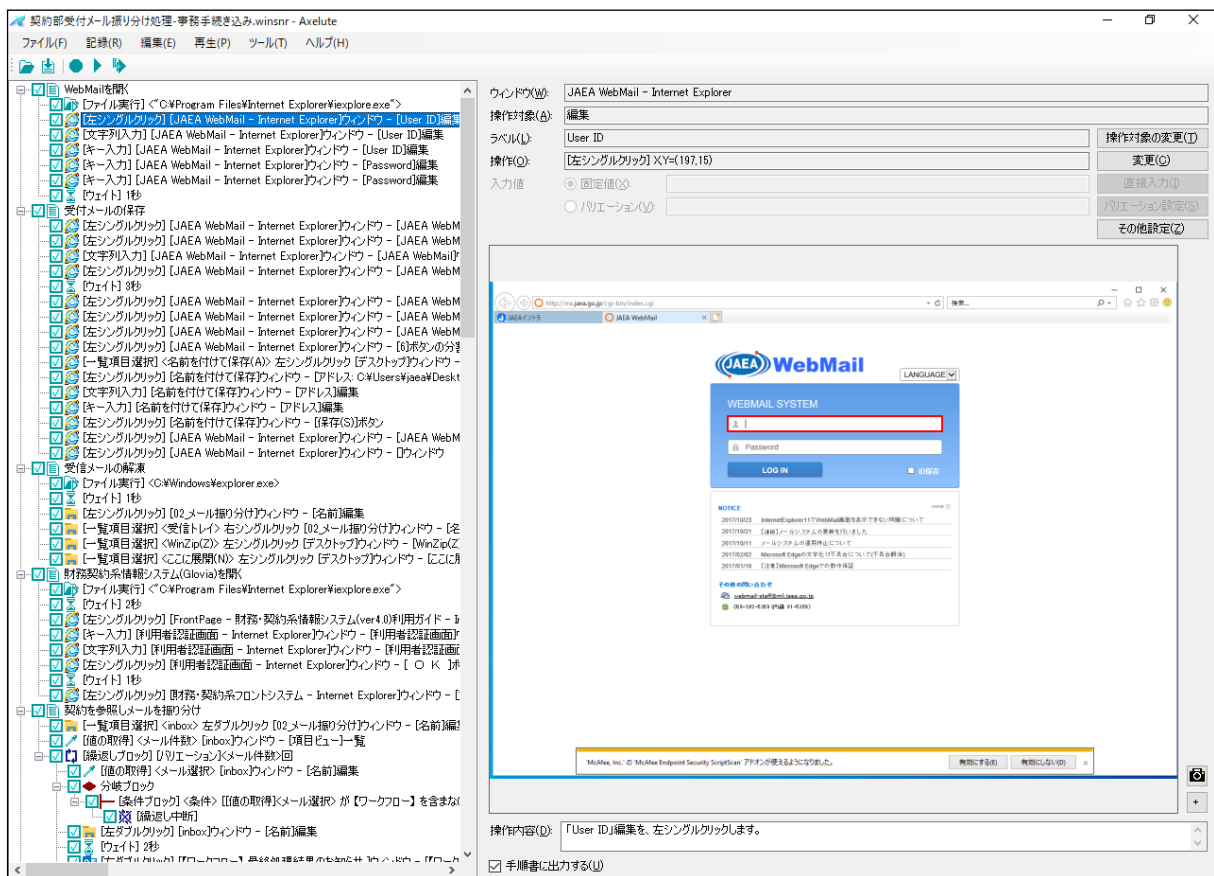


図 2-20 Axelute™ のシナリオ作成画面

画面左枠に記録・編集したシナリオをツリー形式で表示する「シナリオ構成」が配置され、オペレーションと呼ばれる各操作を選択することで右枠の「設定画面」に詳細設定内容が表示される。上枠の「メニューバー」にはシナリオファイルの管理やログ収集を行う「ファイル」、コンピュータ操作を記録する「記録」、バリエーションの設定やオペレーションの制御を行う「編集」、シナリオの再生を行う「再生」、記録や再生方法を設定する「オプション」、マニュアルやライセンス、バージョンを確認する「ヘルプ」が配置される。

② 特徴

シナリオの作成は、WinActor[®]同様コンピュータで行った見本操作を Axelute[™]が記録し、スクリプトツリー化された雛形が自動で作成され、実行したい処理に応じて修正を加える。記録した各操作に対し操作画面が画像表示されるため、視覚的にも容易に操作内容を確認できる。作成したシナリオから操作内容及び操作対象画像をもとに Excel[®]形式で手順書を生成できるため、業務の引継ぎ・見える化への活用が可能である。但し、手順書の操作内容や操作対象画面の名称はシナリオ作成時に利用される Axelute[™] 独自の用語が記載されるため、文章や用語を修正する必要がある。

操作対象の項目指定方式としてオブジェクト型と画像認識型、座標認識型、構文解析型の 4 方式を組み合わせた認識を行っているため、幅広い操作に対応できる。画像認識型では、他の RPA ソフトと同様に画像の類似度を 10%から 100%まで任意に変更できる。また、操作したい対象の画像を検索し、画像候補の一覧から対象の画像を選択することができるため、難易度としても平易である。

他の RPA ソフトとの一番の違いはシナリオ記録時に指定したキーボード操作により「キャプチャ取得」、「ウェイト」、「ブレイクポイント」、「値の取得」の 4 オペレーションを挿入できることである。他の RPA ソフトでは、シナリオ作成後に実際のシナリオ動作速度に合わせてウェイトを挿入し調整するが、Axelute[™]ではシナリオ記録時に動作が遅い処理に対して事前にウェイトを挿入することができるため、修正時間を短縮することができる。「値の取得」ではマウスカーソルが指した操作対象の値を直接取得することができる。図 2-21 に Axelute[™]の値の取得オペレーション画面を示す。

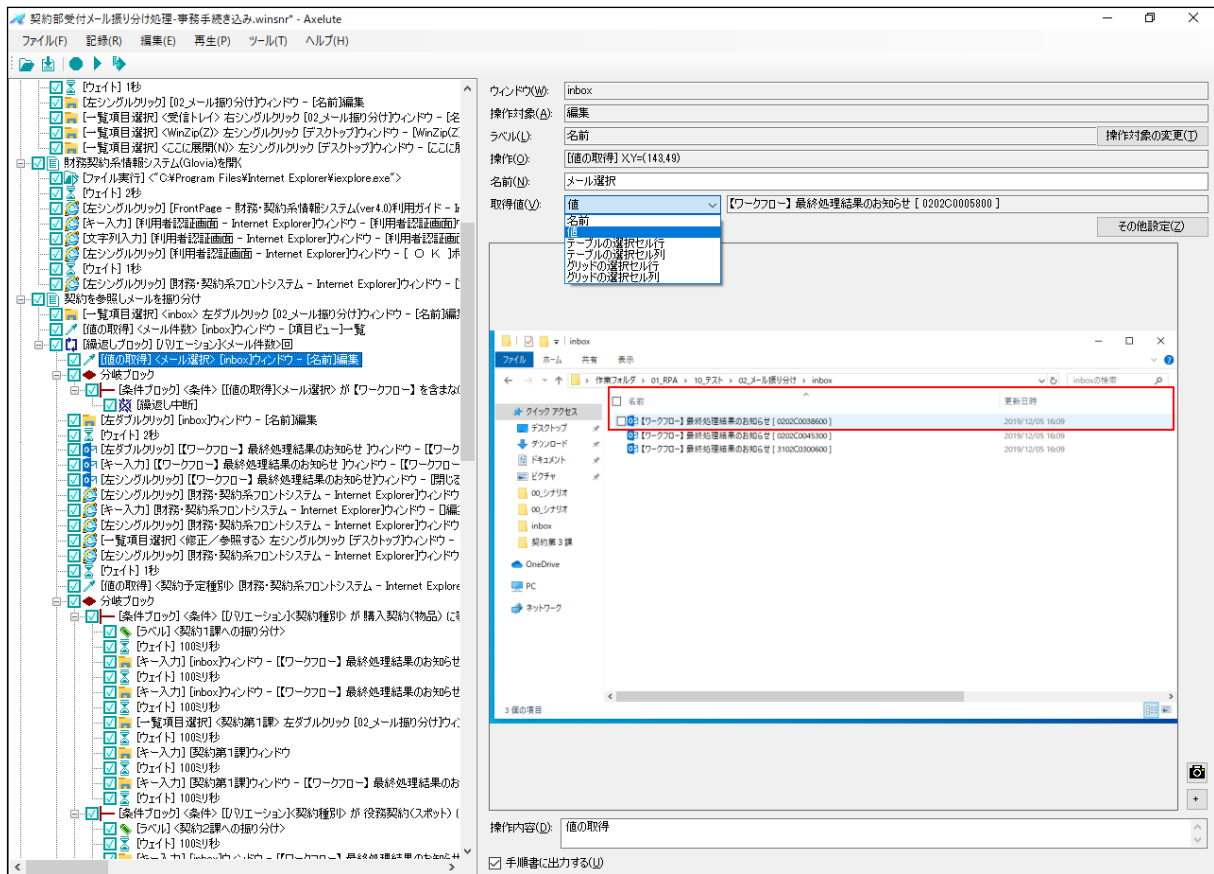


図 2-21 Axelute™ の値の取得オペレーション画面

プログラミングを行わずに Excel® のセルやエクスプローラー内のファイル名、GUI 上の値が取得できるため、プログラム未経験に平易である。値だけでなく、Excel® や GUI 上にあるテーブルの行列数、エクスプローラー内のファイル数等も取得できるため、幅広い処理への利用が可能である。

2.3.7 Robo-Pat[®]

① 概要

FCE Process&Technology 社が開発した純国産の RPA ソフトであり、各種要素がすべて日本語化されている。画像認識方式に特化して初心者の開発容易さを最大限に優先したソフトである。図 2-22 に Robo-Pat[®] のシナリオ作成画面を示す。

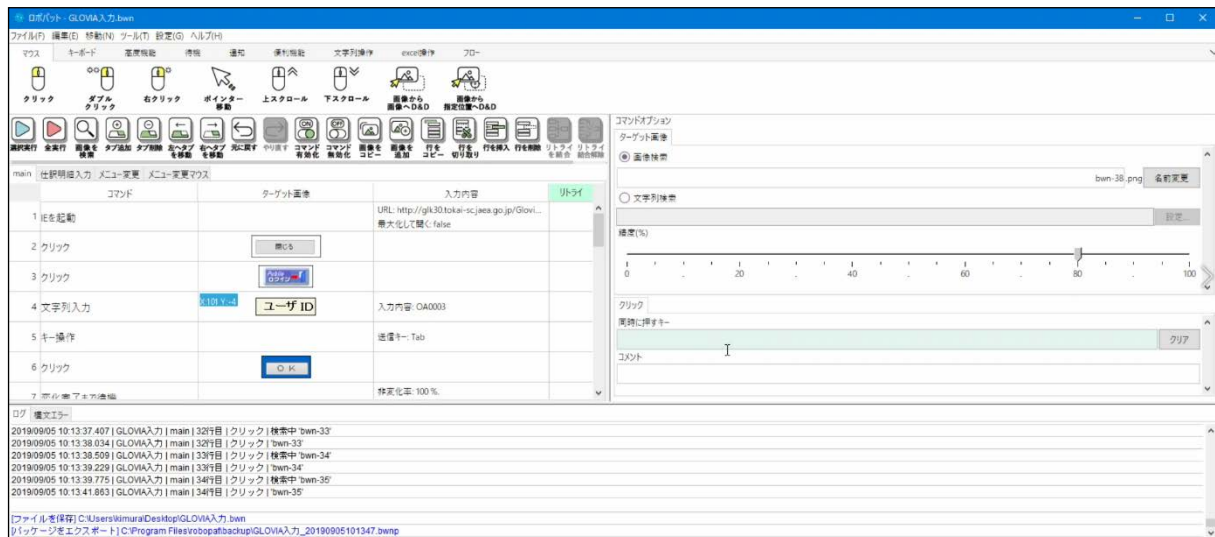


図 2-22 Robo-Pat[®] のシナリオ作成画面

画面上部にマウス・キーボード等の操作アイコンが配置され、操作アイコンの指定後、ターゲット画像をデスクトップ上で矩形枠で囲んで指定する。

② 特徴

通常、画像認識方式だと開発 PC と別の PC へシナリオファイルを移動させた場合、解像度の違いや使用ブラウザのバージョン違いによるレイアウトずれ等の理由で正常に動作しないが、Robo-Pat[®] では画像の認識精度を 0% から 100% まで任意に変更可能であるため、多少の画像の違いは吸収することができる。また、ターゲット画像をアンカーにして相対座標をピクセル単位で指定することで、画像から離れた項目の操作も可能である。

画像認識による項目指定とマウス・キーボード操作に特化しているため、この操作の範囲内であれば比較的習得時間が短く、難易度としても平易である。純国産製品のため、UI についても完全に日本語となっているため、初学者が直観的に操作することが可能である。タブによる処理のサブルーチン化や変数、「プラグイン」と呼ばれる直接操作機能を利用することも可能である。

2.4 サンプルロボットの開発

機構内への各 RPA ソフトの適用可能性を検証するために、実業務に対するサンプルロボットの開発を行った。対象とする業務の内容を図 2-23 に示す。

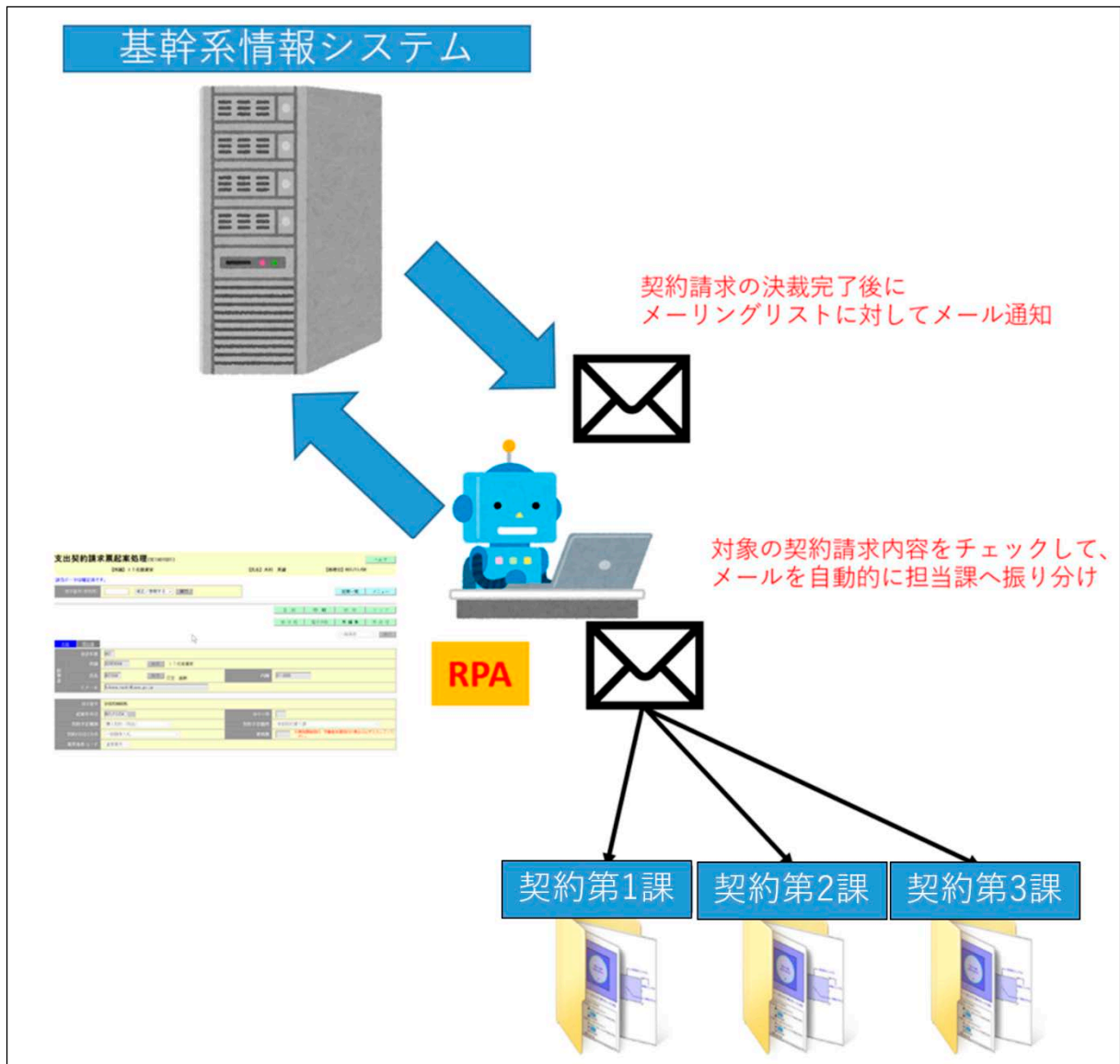


図 2-23 サンプル業務の内容

機構では、各現場で契約請求票を起票し、決裁を行ったのち、主管課である契約担当課へ送付する。本業務は基幹系情報システムを利用して行っているが、現場の決裁完了後にメーリングリストへのメール送付の形で通知が行われる。このメール送付は、契約案件の内容等までは加味されずに全メールが単一のメーリングリストに対して行われるため、人手で担当課への振り分けを実施している。この人手による振り分け業務を、RPA を利用して契約の内容に応じたルールに従い適切な担当課へ自動振り分けを行うものである。

当該業務に対して RPA ソフトを用いて実際にロボットを作成することにより、その特性を確認した。7 種全部に対して作成することは工数的に厳しい状況であったため、シナリオ作成の差異確認を目的に、スクリプト型 2 種 (Automation Anywhere[®]、Axelute[™]) とフローチャート型 2 種 (UiPath[™]、WinActor[®]) を選択して開発を行った。作成したサンプルロボットの開発画面を図 2-24～2-27 に、サンプルロボットの実行画面を図 2-28～2-31 に示す。

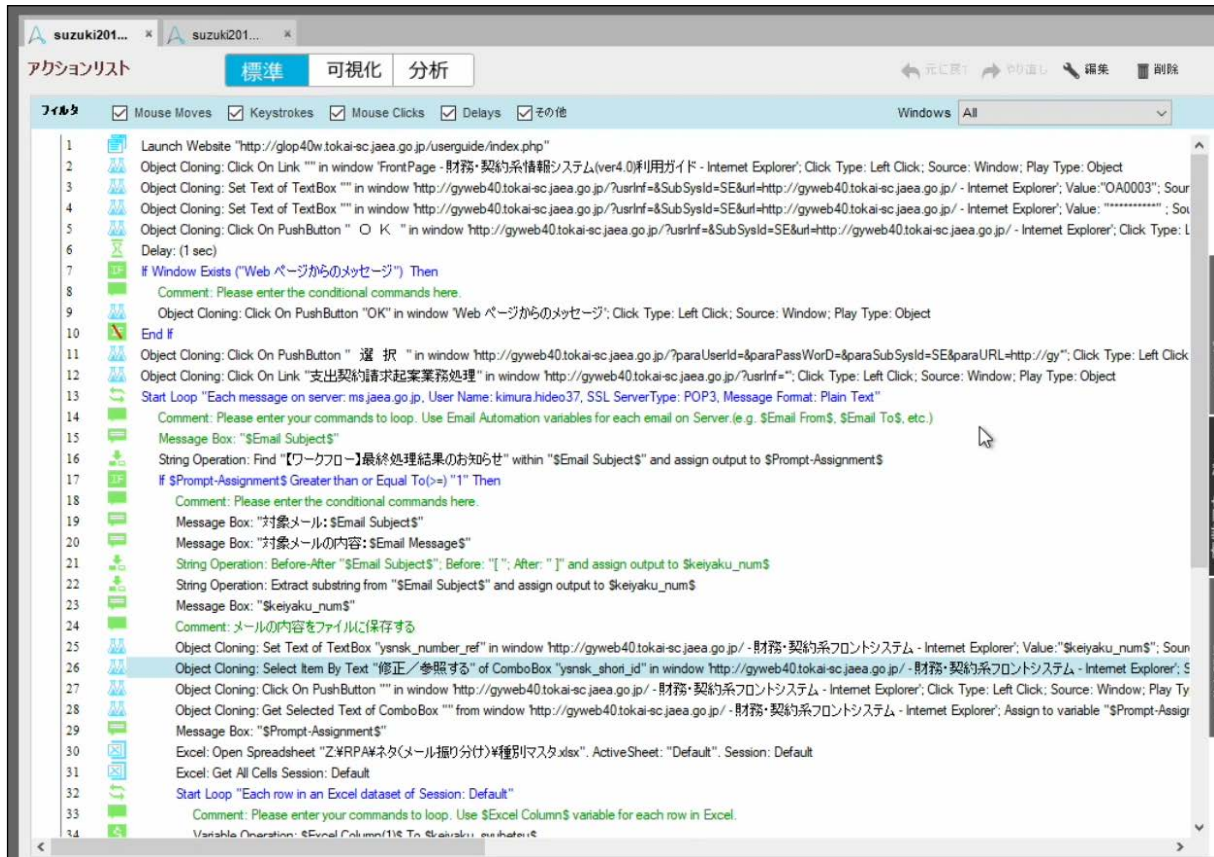


図 2-24 サンプルロボットの開発画面 (Automation Anywhere®)



図 2-25 サンプルロボットの開発画面 (Axelute™)

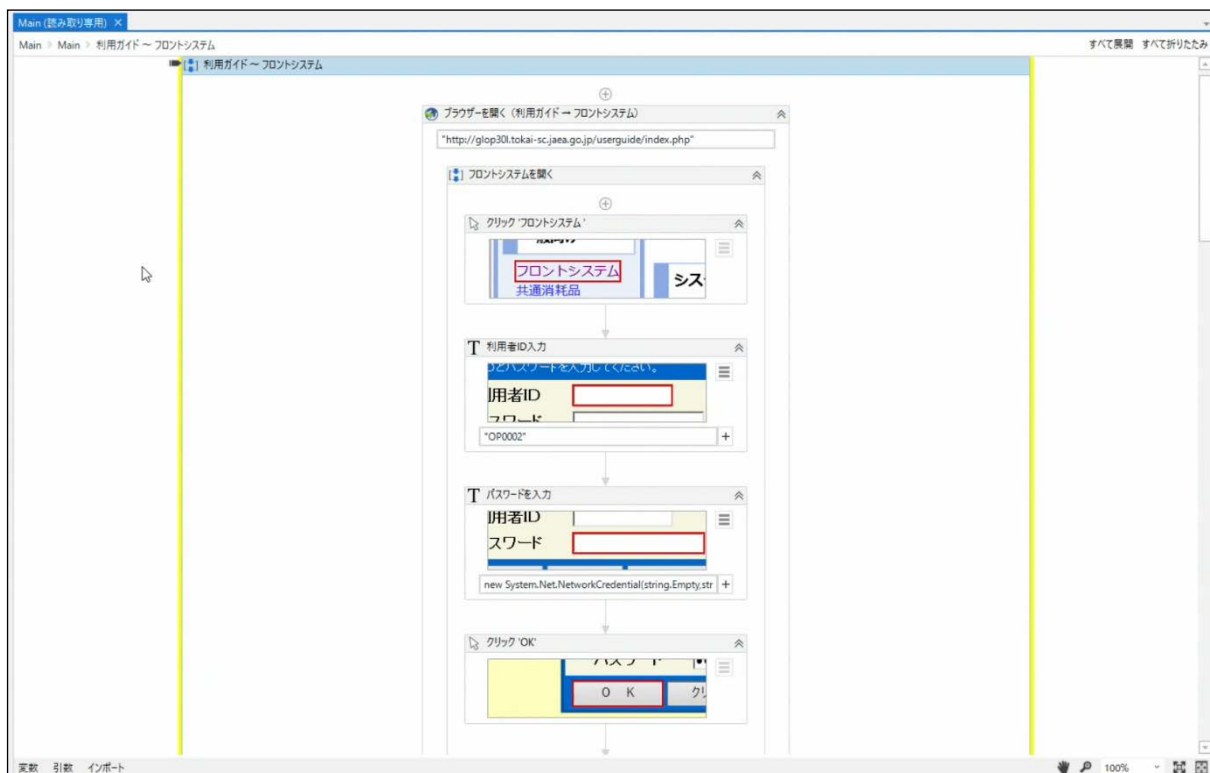


図 2-26 サンプルロボットの開発画面 (UiPath™)

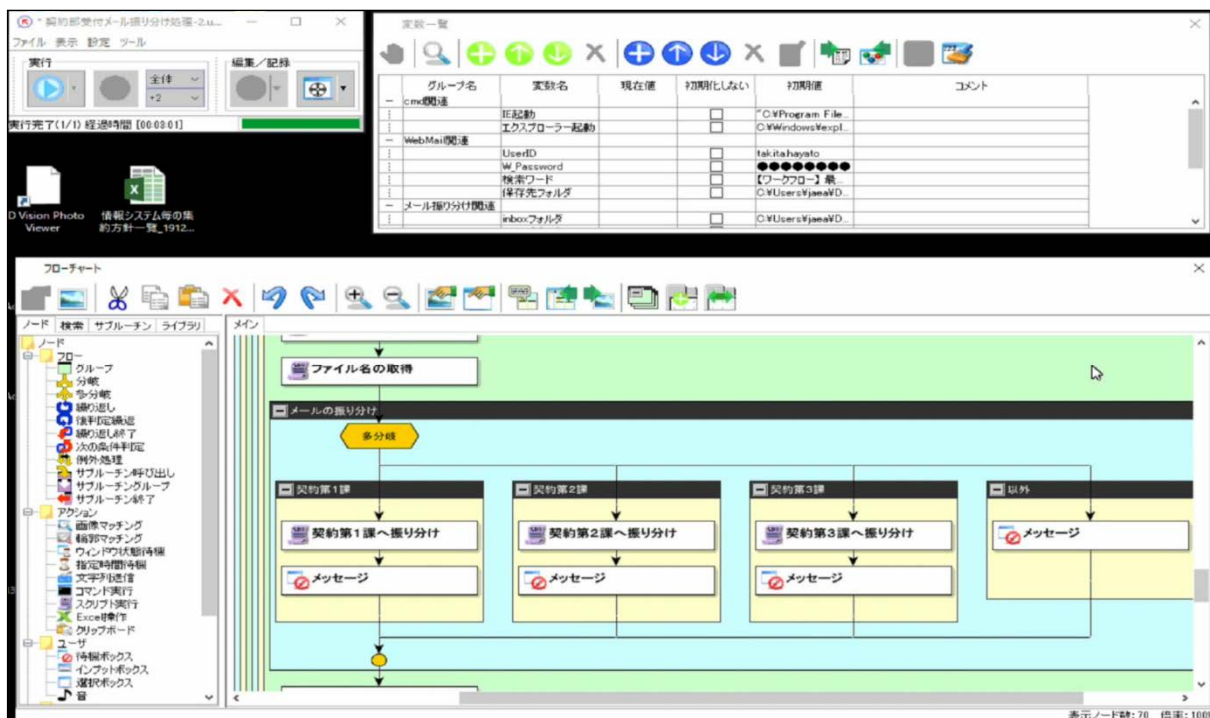


図 2-27 サンプルロボットの開発画面 (WinActor®)

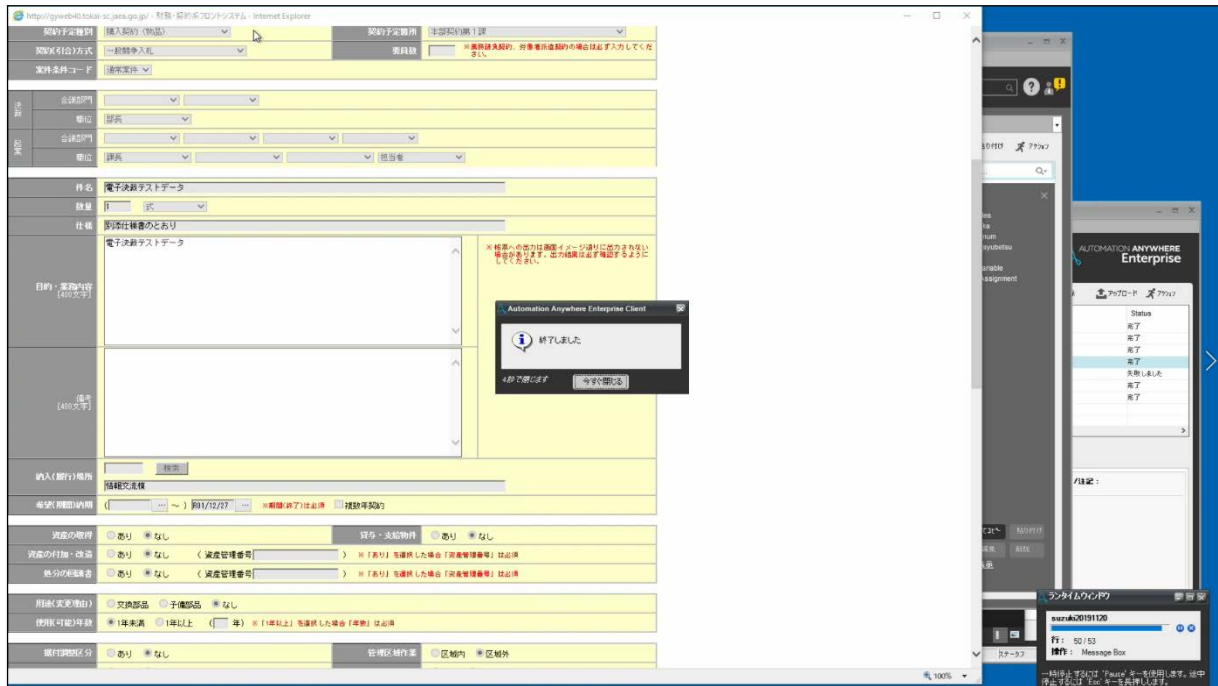


図 2-28 サンプルロボットの実行画面 (Automation Anywhere®)

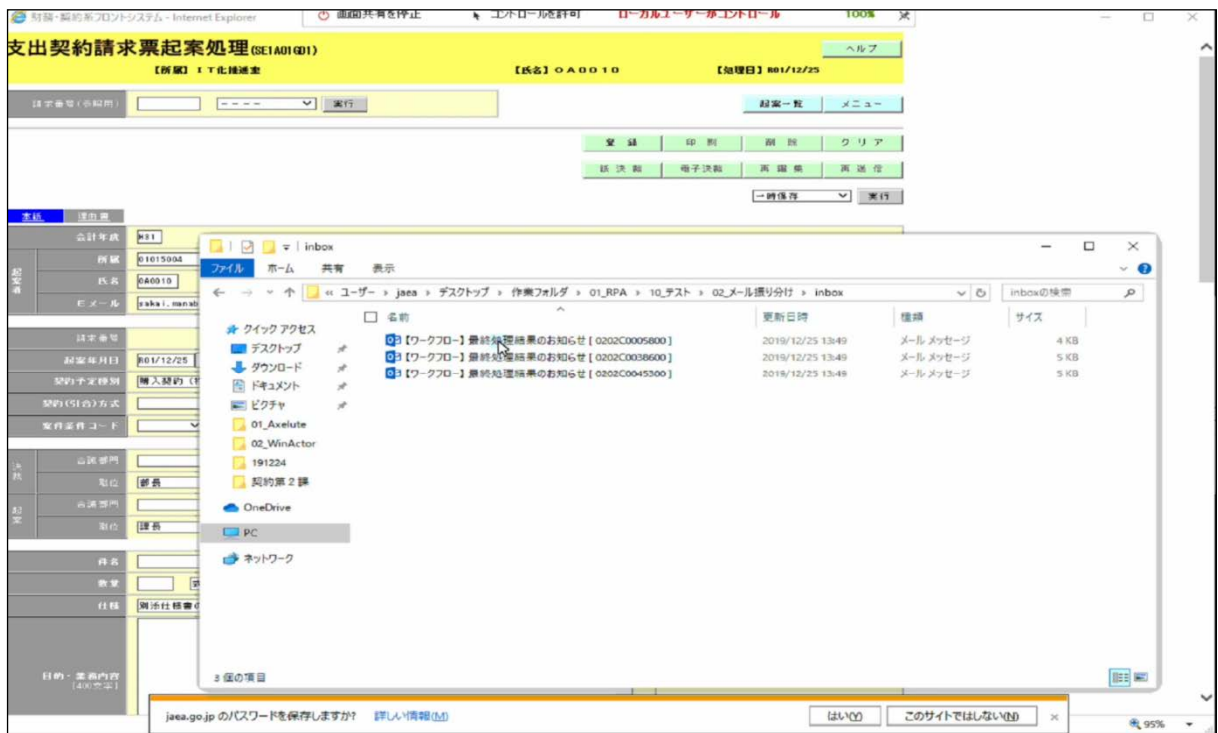


図 2-29 サンプルロボットの実行画面 (Axelute™)

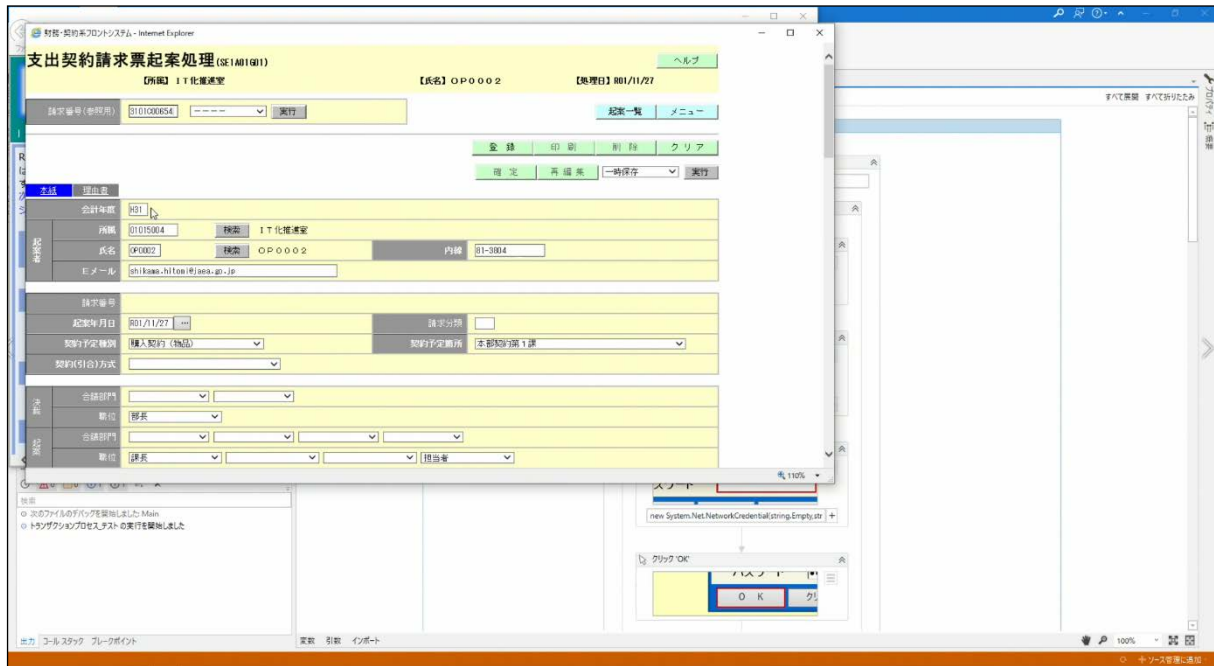


図 2-30 サンプルロボットの実行画面 (UiPath™)

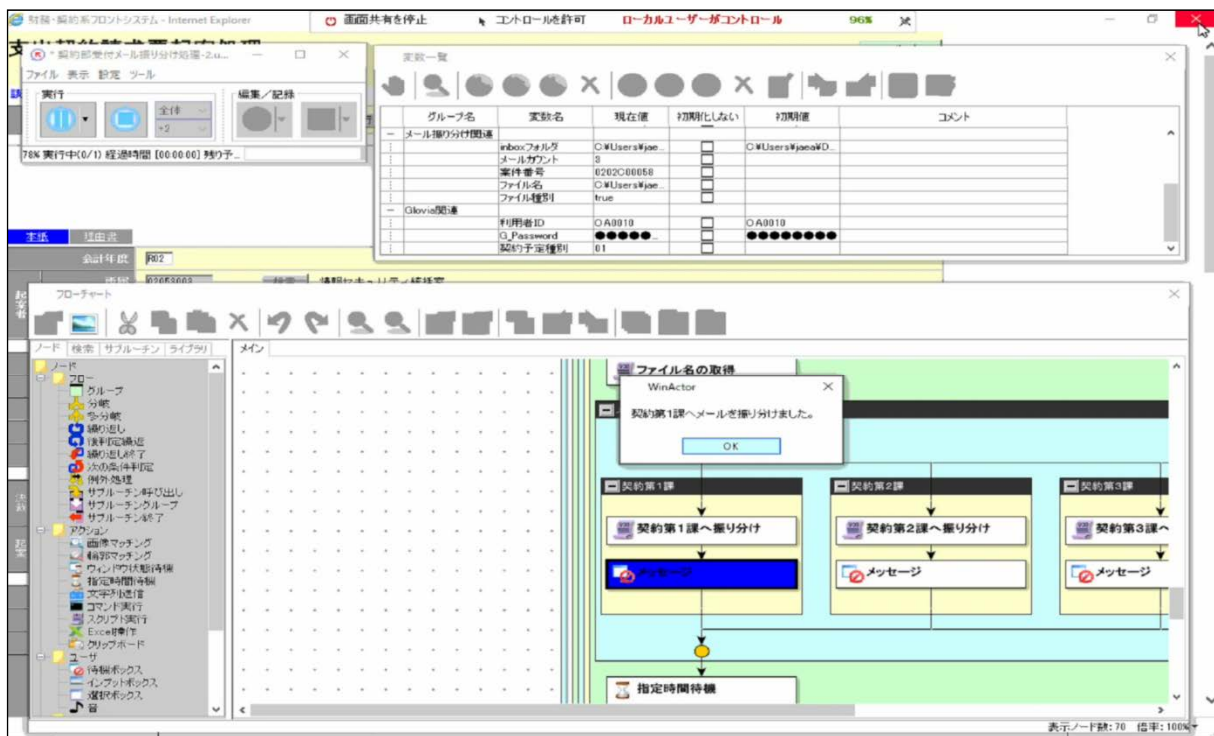


図 2-31 サンプルロボットの実行画面 (WinActor®)

サンプルロボットの開発により、同一処理でありながら各 RPA ソフトによって、各手順の実装方法の違いがあることが分かった。例えば、「メール受信」の実装方法としてメールクライアントの操作で行う・POP3 で直接行う、また文字列の入力に関してもキーボードのエミュレーションで行う・コマンドの直接入力で行う、など各 RPA ソフトに用意されるコマンドの内容によって別スタイルとなる。また、動作速度にも差異はあり、基本的にオブジェクトをダイレクトに操作するほうが高速に処理できた。

以上のように差異はあるものの、いずれの RPA ソフトでも本業務に関しては開発が可能であった。一般的な業務においてよく利用される WEB アプリケーション、Excel[®]及びメールの操作の範囲であれば、いずれの主要 RPA ソフトでも開発自体は可能であった。

2.5 まとめ

本章では主要な RPA ソフトの特性を解説した。各 RPA ソフトの特性を、現場開発主導型か IT 部門開発主導型、デスクトップ型かサーバ型か、の観点で整理した図を図 2-32 に示す。

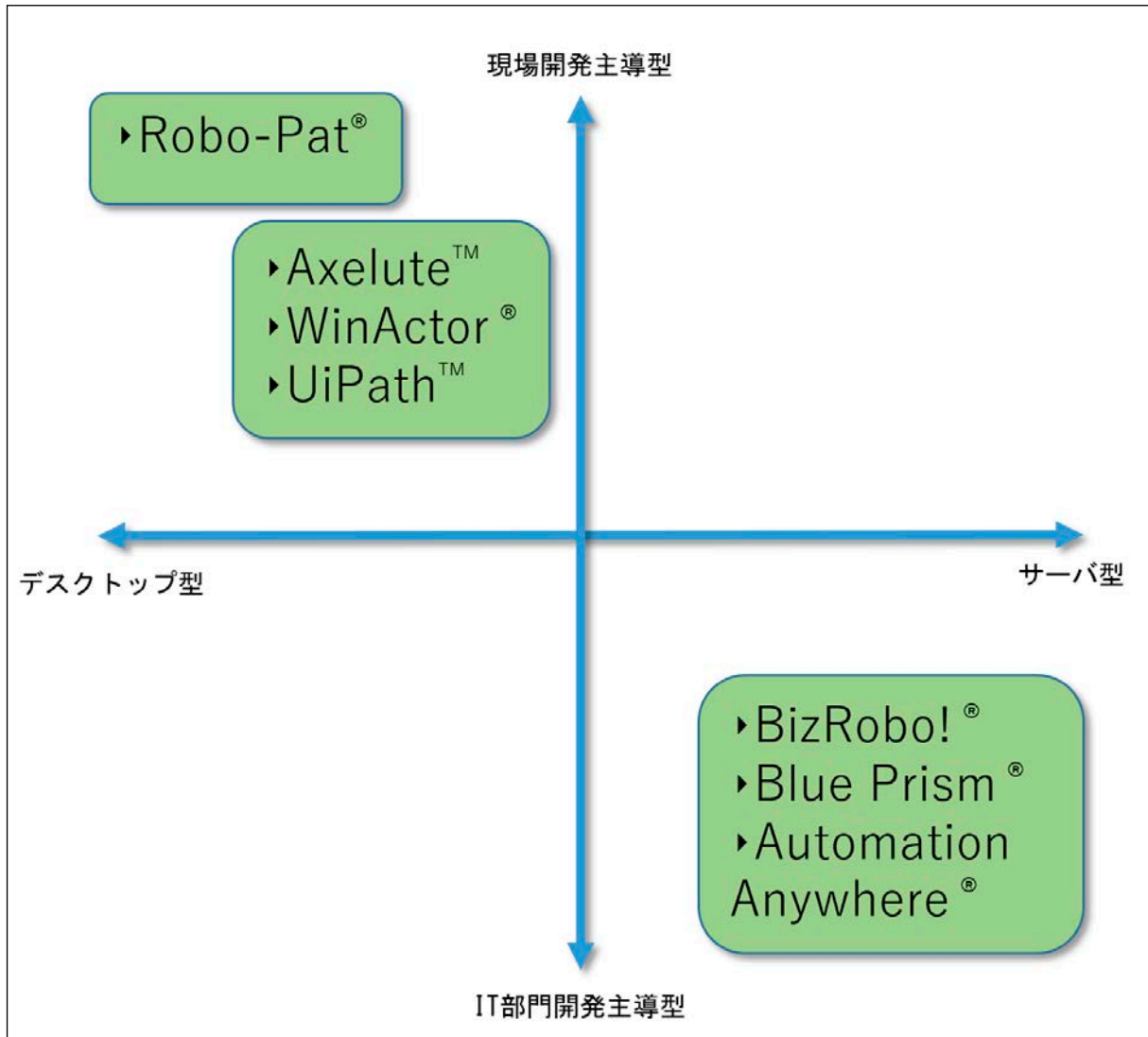


図 2-32 各 RPA ソフトの特性

大別すると、現場でのロボット開発を重視し、スピーディに RPA を導入したい場合は図 2-31 左上に位置するソフトが、逆に IT 部門でのロボット開発を前提とし、大規模かつ統制的に導入したい場合は右下に位置するソフトが適している。

サンプルロボットの開発の検証結果により、RPA ソフトの差別化要素としては開発機能以外の点が重要となる。具体的には、①ロボットの開発難易度②ロボット実行時の安定性③運用統制の点が挙げられる。

① ロボットの開発難易度

IT の専門知識を持たない初心者にとっては画像認識方式が直観的に理解しやすく、オブジェクト認識方式であれば、UI 要素を画面上でクリックして指定可能な機能が必須である。実用的な処理を開発するためには上記に加えて変数の利用、IF 文や LOOP 処理など制御文の利用、サブルーチン化による処理の整理が必要となるため、どの RPA ソフトを利用する場合でも開発者には基礎的なプログラミングの素養が必須となる。

② ロボット実行時の安定性

デスクトップ型を利用する場合では、OS や他のアプリケーションの外乱によってロボットの実行が阻害される可能性が高いため、専用の PC を用意して動作させる必要がある。また、画像認識方式のみでは同一画面上に同じボタンが複数存在する場合には一意に対象を特定できないため、動作の安定性には欠ける。安定的に動作させるためにはオブジェクト型の認識機能を有していることが望ましい。

③ 運用統制

運用統制機能を持たない RPA ソフトの場合、何が実行されているか分からないかつ開発者不明のロボットが動作することも可能であるため、内部統制の面で大きな懸念が生じる。特に、会計システム等の情報入力者のトレーサビリティが求められるシステムの操作には適さない。内部統制を考慮すべき場合は、運用統制機能がデフォルトでビルトインされるサーバ型か、デスクトップ型の場合でも運用統制機能をオプションで追加可能な製品を利用すべきである。

RPA ソフトのシナリオファイルは共通のフォーマットが存在せず、ある RPA ソフトで開発したシナリオファイルを別の RPA ソフトへ移行することが不可能である。そのため、導入後に別のソフトへ変更するのは容易ではなく、慎重に RPA ソフトの選定を行う必要がある。選定に際しては、以上の観点から導入目的や対象とする部門・業務に応じて適切な RPA ソフトを選択する必要がある。

3. 機構業務の分類と RPA 適用可能性の検討

RPA ソフトは実際の業務に適用することでその効果を発揮するが、先述したように現在の RPA ソフトは業務全体に対して適用できるものではなく、当該業務の中の固定作業に対して適用するものである。また、RPA ソフト単体で処理可能なものは多くなく、他の業務システムや各種 IT と併せて適用する必要がある。本章では、機構業務の中で一般的かつ共通的に行われる作業を類型化し、各パターンに対する RPA ソフトの適用可能性を検討した結果を述べる。

3.1 各業務分類に対する RPA 適用検討

① 情報システムへのデータ入力

財務会計や服務・人事等、どの組織でも基幹系情報システムと呼ばれる業務システムの利用が一般的に行われている。基本的には人間が WEB 画面等を用いて情報を入力するが、実際の業務の中では紙媒体の帳票など、別の元情報から情報システムへ入力を行うケースや、Excel[®]ファイルもしくはある情報システムに保管されている情報を転記するケースも多い。人間が任意の判断を行って情報を入力する場合は AI 技術の援用無くしては不可能であるため、以下では元情報が紙媒体ないしは電子情報として存在している場合について述べる。

・紙媒体から入力を行う場合

紙媒体の処理を行うためには、最初に紙の情報をスキャナで取り込み、電子化する必要がある。通常のスキャナでは取り込んだファイルが画像として電子化されてしまうため、その後の電子処理で利用できない。画像から内部の数字や文字の情報を抽出するには、光学的文字認識 (OCR) ソフトを利用して文字起こしを行う必要がある。この OCR の精度が作業の自動化可否の鍵となる。

OCR ソフトは過去から市販されているが、手書き文字の認識精度の低さが問題となっていた。近年の OCR は AI 技術を適用することで精度が向上しており、従来型の OCR の手書き文字識字率が 10%~30%程度であるところ、AI-OCR であれば 90%強の精度で読み取り可能との報告もある²⁾。手書き文字が含まれる機構のサンプル紙帳票 (請求書) において、どの程度の読み取り精度となるか、AI-OCR である Cogent Labs 社の「Tegaki.AI[®]」を用いて検証を行った。読み込み元のサンプル帳票を図 3-1 に、読み込み結果を図 3-2 に示す。

請 求 書

令和 2 年 3 月 2 日

納入先

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構

受注者 (0003143700-02)

住 所 茨城県那珂郡 東海村白方 2-4
会 社 名 原子力科学研究所
代表者名 工藤 公康

代表者印

下記のとおり請求いたします。

※ 資格審査時に提出している「委任状・使用印鑑届」で届出てい
印鑑で捺印して下さい。

契約番号	3102C00001	契約締結年月日	平成31年4月1日								
件名(品名)	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所で使用する電気										
仕様・規格	別添仕様書のとおり										
納入場所	原子力科学研究所										
数量単位	1式	契約納期	令和2年3月31日								
請求金額 (内消費税)	<table border="1"> <tr> <td>12</td> <td>345</td> <td>678</td> <td>円</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>876</td> <td>543</td> <td>円</td> </tr> </table>			12	345	678	円	9	876	543	円
12	345	678	円								
9	876	543	円								

納入年月日	令和 2 年 2 月 28 日	検査年月日	令和 2 年 2 月 28 日
-------	-----------------	-------	-----------------

振込先	銀行	原子力	支店	東海
	銀行コード	9 8 9 8	支店コード	9 8 7
	普通 当 座			
	口座番号	1 1 9 2 2 9 6		
	フリガナ	ゲンシヨク カガク ケンキュウジョ		
口座名義人	原子力科学研究所			

契約担当課		一般検査担当課	
課長	担当	課長	担当

注) 一般検査担当課は、納入年月日、検査年月日を記入のこと。

本契約請求起案に関する担当者

所 属 IT課推進室

担当者 原子 力

内 線 (12-3456)

④ 受注者一納入地管財担当課一契約担当課一支払担当課

図 3-1 AI-OCR 読み取りに利用したサンプル帳票

項目名	項目種別	原紙	OCR読み込み結果	判定	備考
日付	手書き	令和2年3月2日	令和2年3月2日	○	
住所	手書き	茨城県那珂郡東海村白方2-4	茨城県那珂郡東海村白方2-4	○	
会社名	手書き	原子力科学研究所	原子力科学研究所	○	
代表者名	手書き	工藤公康	工藤公康	○	
契約番号	システム印字	3102C00001	3102000001	×	Cを0に誤読
契約締結年月日	システム印字	平成31年4月1日	平成31年4月1日	○	
件名(品名)	システム印字	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所で使用する電気	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所で使用する電気	○	
仕様・規格	システム印字	別添仕様書のとおり	別添仕様書のとおり	○	
納入場所	システム印字	原子力科学研究所	原子力科学研究所	○	
数量	システム印字	1式	1式	○	
契約納期	システム印字	令和2年3月31日	令和2年3月31日	○	
請求金額	手書き	12345678	12345678	○	
内消費税	手書き	9876543	9876543	○	
納入年月日	手書き	令和2年2月28日	令和2年2月28日	○	
検査年月日	手書き	令和2年2月28日	令和2年2月28日	○	
振込先銀行	手書き	原子力銀行	原子力銀行	○	
支店	手書き	東海支店	東海支店	○	
銀行コード	手書き	9898	9898	○	
支店コード	手書き	987	987	○	
口座番号	手書き	1192296	1192296	○	
口座名義人フリガナ	手書き	ゲンシリョクカガクケンキュウジョ	ゲンシリョクカガクケンキュウジョ	×	クをワに誤読
口座名義人	手書き	原子力科学研究所	原子力科学研究所	○	
所属	システム印字	IT課推進室	IT課推進室	○	
担当者	システム印字	原子 力	原子 力	○	
内線	システム印字	(12-3456)	(12-3456)	○	

図 3-2 AI-OCR による読み込み結果

誤認識したのは契約番号英字の「C」を「0」、口座名義人の「ク」を「ワ」の2か所であり、項目単位での識字率は92%、文字単位での識字率は99%であった。サンプルでの検証により、AI-OCRによって非常に高精度な文字起こしが可能であることが確認できた。しかしながら、AI-OCRといえども完全な文字起こしは不可能であるため、OCRを実運用する場合は誤読後の単語をRPAや他ソフトで補正する、予め情報をマスタ化してキー項目だけOCRで読み込む方式とする、手書き箇所を可能な限りPC上での入力とルール化する、など工夫が必要である。

・他システムやExcel[®]ファイル、メール等の電子媒体を元情報とした情報入力

元から電子化されている情報を元に自動入力を行うのは比較的RPAに向けた処理である。元情報と入力先情報の項目の対応を整理すれば、後はRPAソフトに操作を記憶させ、情報の転記入力を行うことができる。元情報がメールの場合は転記対象の項目が本文のどこに記載されているか判別の難易度が上がるため、可能であればExcel[®]等のフォーマットを用意すべきである。メールのまま処理を行わざるを得ない場合は、タグ付け等により対象項目を明確化する必要がある。タグ付けの例を図3-3に示す。

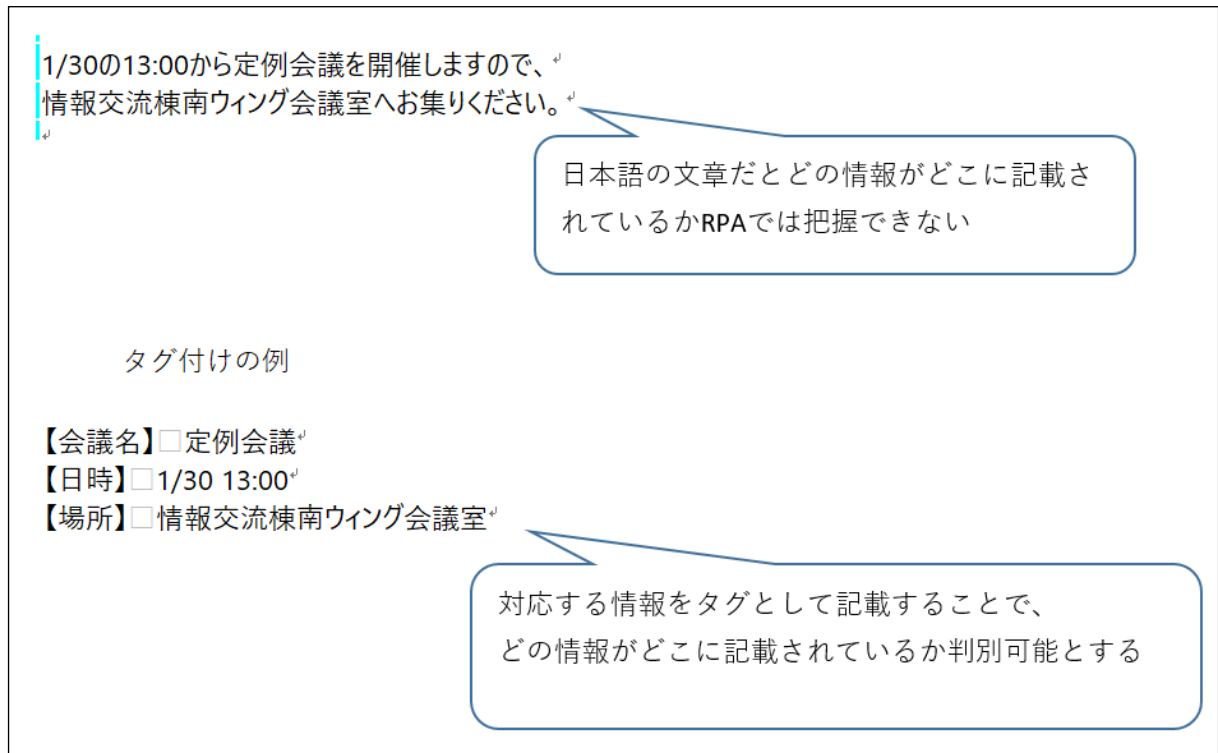


図 3-3 メール内容のタグ付けの例

本例のように行頭に対応する内容を示すタグを付与することで、ロボットにどの情報がどこに存在するか把握可能となる。

② 情報システムからのデータ出力

各種情報システムにおいては PDF・Excel[®]帳票形式での出力機能や、CSV 形式でのデータ抽出機能が一般的に存在する。当該機能を利用すればデータ出力自体は可能であるが、基本的にシステムにログインして印刷ボタンを押すことが求められるため、頻繁にデータを出力する必要がある場合や、多種多様な複数のシステムからデータ出力を行う場合は手作業で相応の作業量が求められる。RPA を利用することで、定期的に自動でシステムへログインしてデータ出力を行い、共有フォルダへの格納やメールでのファイル配布を行うことが可能となる。固定操作の繰り返しであるため、比較的 RPA に向いた業務といえる。

ただし、システムに出力機能として用意されていない情報は RPA では抽出できないため、対象システムへデータ出力機能を追加するか、または Business Intelligence (BI) ツールやデータウェアハウス (DWH) を用いて、システム内のデータベースから直接情報を抽出する仕組みを構築する必要がある。BI ツールの例として、機構の財務・契約系情報の抽出に利用している富士電機社による軽技[®]の検索画面を図 3-4 に示す。

保存条件検索			
保存条件で検索 保存してある条件で検索を行います。タイトルをクリックすると検索を実行します。修正・削除はボタンから行えます。			
◀ 前ページ ▶ 次ページ [表示件数1～ 1414 / 1414] 表示設定			
条件No	タイトル		出力形式
46	【01全拠点】勘定科目別資産件数（資産別）	編集 削除	画面内表示 ver.20120227 【資産管理支援システムデータ】 リアルタイム
47	【01全拠点】勘定科目別資産件数（会計区分・財源別）	編集 削除	画面内表示 ver.20120227 【資産管理支援システムデータ】 リアルタイム
52	【03大洗】受入+仕訳_支出分	編集 削除	画面内表示 【財務帳票システム補完データ】 夜間バッチ
66	【01全拠点】財務補完-支出決定済額抽出（契約番号毎_明細）	編集 削除	画面内表示 ver.20140403 【財務帳票システム補完データ】 夜間バッチ 契約番号・予算科目毎の支出決定済額を明細単位で出力 振替分は、振込の伝票備考が契約番号欄に出力 H23年度
67	【01全拠点】財務補完-負担行為済額抽出（契約番号毎_明細）	編集 削除	画面内表示 ver.20140117 【財務帳票システム補完データ】 夜間バッチ 契約番号・予算科目毎の負担行為済額を明細単位で出力 振替分は、振込の伝票備考が契約番号欄に出力 H23年度
68	【01全拠点】財務補完-収入決定済額抽出（契約番号毎_明細）	編集 削除	画面内表示 ver.20140108 【財務帳票システム補完データ】 夜間バッチ 契約番号・予算科目毎の収入決定済額を明細単位で出力 振替分は、振込の伝票備考が契約番号欄に出力 H23年度

図 3-4 軽技®の検索画面

BI ツールを用いることで、データベース内に格納されているシステムの生データを用途に応じて柔軟かつ容易に抽出することができる。複雑な計算が必要なデータ抽出には向かないが、定型帳票では見えにくい明細データの一覧確認には適したツールである。

③ 情報集約

事務作業の中で、各部署に Word®や Excel®テンプレートファイルを配布して情報を記載し、その後依頼元部署にファイルを送付して台帳に情報を集約するパターンが多々ある。

人手で行う場合、対象ファイル数が多くなると非常に手間のかかる作業であるが、固定の情報を機械的に 1 ファイルに纏める作業は比較的 RPA に向けた処理であり、RPA による効率化が期待できる。一例として、システム運用におけるユーザからの連絡表の集約業務を図 3-5 に示す。

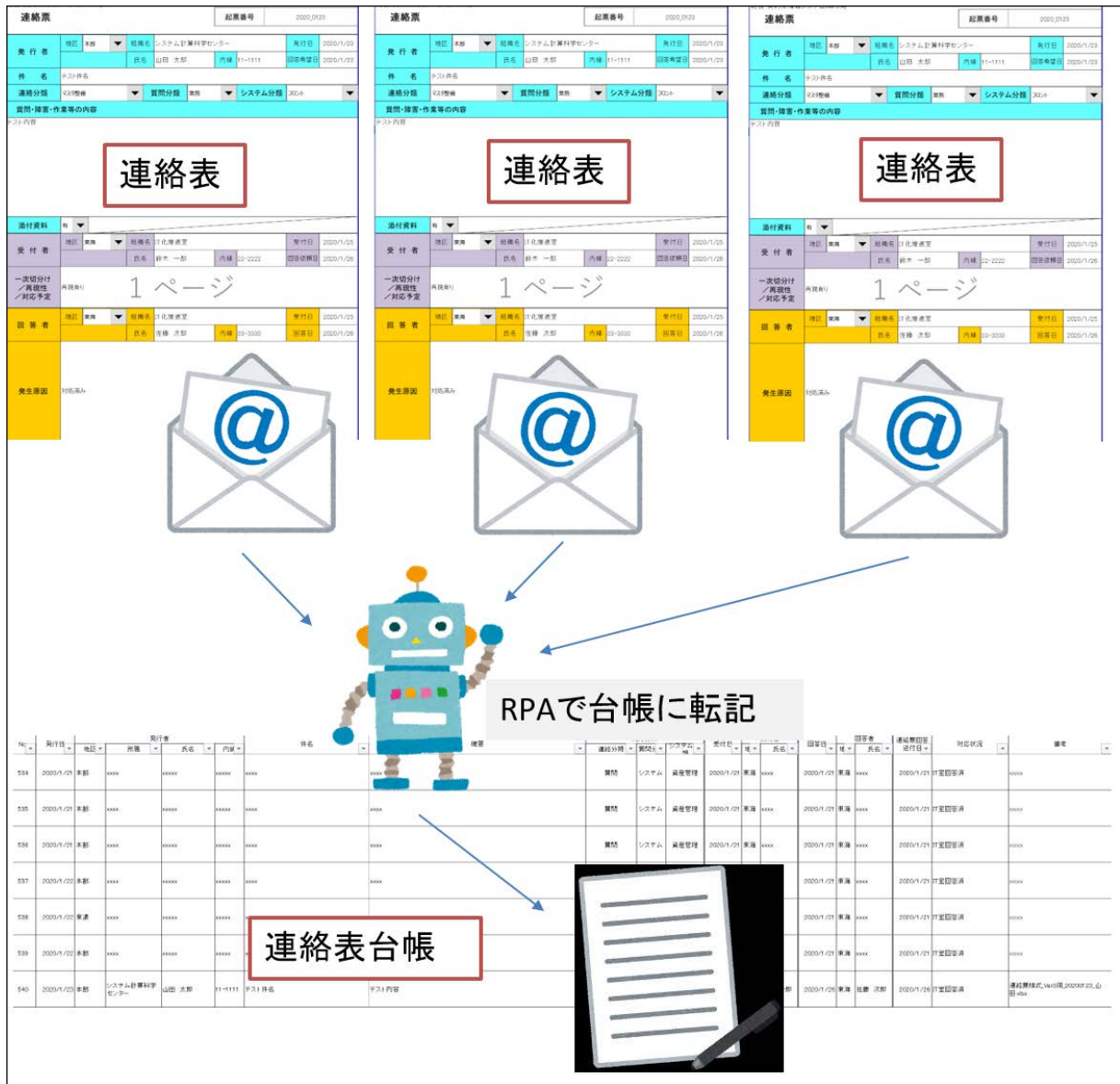


図 3-5 ユーザからの連絡表の集約業務

図 3-5 は、個別ユーザからシステムに対する質問・依頼・要望等が「連絡表」という名の Excel[®] ファイルに記載されてメールで送付される。当該メールの添付ファイルを自動保存し、ファイル内容を「連絡表台帳」へ転記するものである。システム運用業務以外でも、このパターンに当てはまる業務であれば類似のロボットを開発可能である。

本例は単純な転記であるが、例えば転記後のファイルの数値を計算して集計する場合も考えられる。数値計算に関しては RPA でも不可能ではないものの得意分野とはいえないため、Excel[®] ファイル上の計算式で処理を行うほうが効率的である。RPA を利用する場合、全処理を RPA で処理すると逆に非効率になるケースが多いため、各種ソフトの得意分野を生かしながら RPA と組み合わせるのが適切である。

④ 資料の自動作成

各種資料作成は業務の中で大きなウェイトを占める作業であり、効率化が望まれる部分であるが、資料全体を白紙から作成することは RPA では不可能である。しかしながら、資料の一部について、例えば月次定例会議で毎回同じ資料を用意して、中身の数字だけ変わるなど、適用可能なケースも考えられる。ただし、この場合においても RPA が担当するのは元の数字を対象の Excel®や PowerPoint®のファイルの特定の場所へ転記する部分であり、数字自体の計算には他の仕組みを用いる必要がある。

⑤ 書類等の記載内容チェック

チェックの内容が機械的に決まるものか否かが重要である。入力漏れのような「ある枠が空か」といったチェックや、「数字がある範囲に収まっているか」「ある項目とある項目がルール通り整合するか」「ある単語が文章中に含まれるか」といった固定ルールであれば RPA で処理可能である。一方で、日本語文章の記載内容の校正や人間でなければ判別できない複雑なルールの場合は RPA で処理するのは不可能であり、AI 技術の担当領域となる。

AI による書類チェックを行う場合は、事前に対象の文書とチェック内容を機械学習させる必要がある。文書の種類やチェック内容は多岐にわたるため、汎用的に利用できる製品はまだ存在しない。但し、特定分野を対象とした市販サービスとして、契約書に対する AI チェックサービスは存在する。

⑥ 議事録作成

IC レコーダ等で録音した音声データを元に、自動的にテキストデータへ変換することで、議事録作成の手間を大きく削減できるが、本処理は RPA の範疇ではなく、専用の文字起こしソフトで処理する内容となる。近年は AI 技術の進歩により、音声認識の精度が向上しているおり、総務省において会議議事録・議事要旨の自動作成の検証が行われている³⁾。総務省の検討結果では、「マイクとの距離、スピーカーの声の性質、ボリューム、スピード、話す顔の向きなどの集音環境により、その精度等が大きく影響を受ける」と報告されている。加えて、「適切な集音環境等が整えば、十分に実用可能なレベルにあると考えられるが、その一方であらかじめ用意された発言要旨を元に相当程度明瞭に発言される場合には音声認識率が高いものの、話し言葉で自由に発せられる音声については必ずしも認識率が高くないなど、使う場面によって向き・不向きがある」との結果が報告されている。

⑦ 新旧対照表作成

事務文書においては、改訂の場合に新旧対照表の作成が必要な場合がある。人間の判断を必要としない機械的な文字列比較であれば IT で可能であるが、これは RPA ソフトの守備範囲ではなく専用の文字列比較ソフトで行う内容となる。文字列比較ソフトは既に市販製品も存在している。

⑧ 名刺管理

名刺管理に関しては RPA の守備範囲ではないが、過去より専用の OCR ソフトが市販されている。OCR で名刺をスキャンすることで、会社名や氏名・役職、住所等を自動的に判別して文字起こしを行い、メールソフトのアドレス帳と連携することが可能である。例として、PenPower 社の WorldCard[®]でスキャンした名刺データを図 3-6 に示す。

		独立行政法人 日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター OAシステム室	
技術副主幹		木村 英雄	
〒 319- 1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4			
OCRでの読み取り結果			
名前			
氏名	木村英雄	読みがな (氏名)	きむらひでお
名	英雄	読みがな (名)	ひでお
姓	木村	読みがな (姓)	きむら
敬称			
組織			
会社	独立行政法人日本原子力研究開発機構		
部署	システム計算科学センターOAシステム室		
役職	技術副主幹		
読みがな (会社)	にほんたづこちからけんきわむかいはつきこう		
住所			
勤務先住所	〒319-1195 日本茨城県那珂郡東海村白方白根2-4		

図 3-6 OCR による名刺スキャン例

名刺は手書きではなくシステムフォントで印刷されるため、高精度に読み取りが可能である。読みがなに関しては漢字からの推測となるため、あまり精度は期待できず、手入力での修正が必要となる。会社名や氏名等の文字がデザイン重視の特殊な表示の場合はOCRではうまく読めず、この場合も手作業の修正が必要となる。完全な自動化は不可能であるが、全て手作業で名刺管理を行う場合と比較すると大きく作業量を低減可能である。

3.2 まとめ

本章では、8種の機構業務パターンへのRPAの適用検討を行い、RPAソフトに適した業務と不向きな業務とが存在することを明らかにした。

RPAソフトはマウスのクリック、キーボードの押下、画面項目への入力等、人間が端末を使って手で行っている処理を代替させるものである。事前に決められたルールに従うことしかできないため、人間の頭脳で処理しているような判断については少なくとも2.1で示した現在のClass1に該当するRPAソフトでは処理できない。決められた作業ではあるが、量が膨大で時間を要する作業を代替させることで大きな効果を生むものである。また、効果が期待できる業務に関しても、RPAソフト単体で対応できるものは少なく、OCRやBIツールなど他のツールと適材適所で組み合わせることで効率的な業務処理が可能となる。図3-7にRPAソフトと関係するITツールを示す。

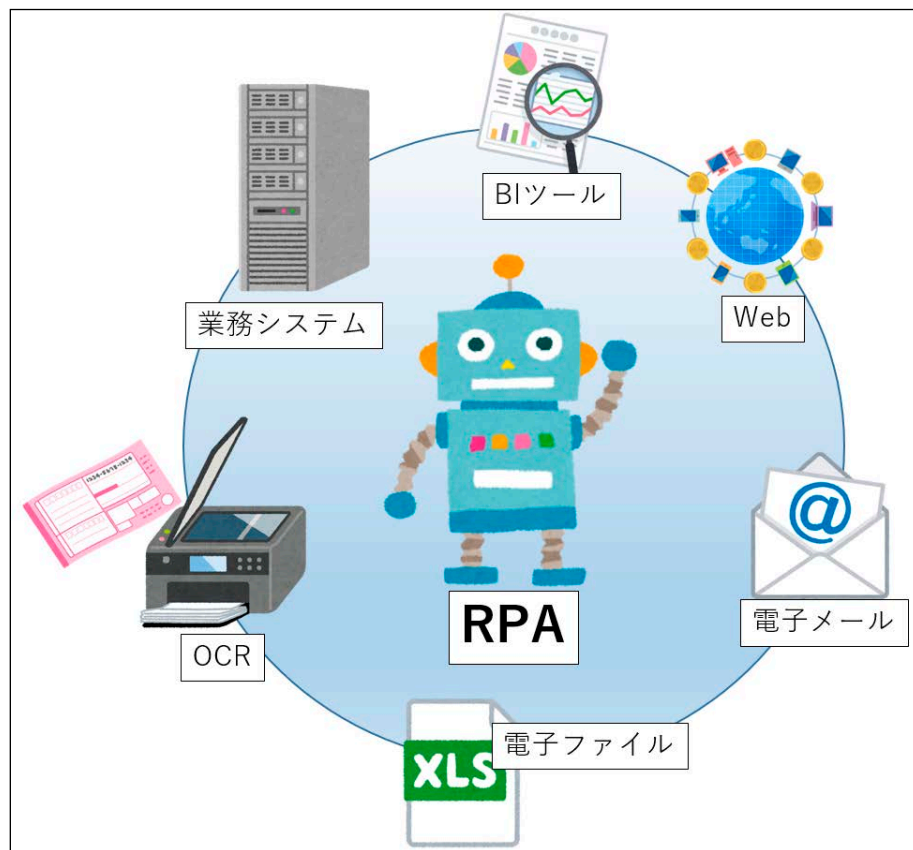


図 3-7 RPA ソフトに関する IT

RPAソフトはあらゆる業務を効率化する魔法の道具というよりは、各種ITツール間やITツールと人間との間の橋渡しをするための道具といえる。

また、RPAソフトを導入する際は、既存業務を現状のまま適用させようとするとう RPA化が不可能であったり、可能の場合でも開発が困難になるケースが想定される。従来型のITでも同様であるが、最初に業務の見直しを行い、業務・システムの両面から最適な業務フローへと変更

することで RPA の効果を最大化できる。

さらに、現在ではまだ研究開発段階で一般利用を目途に普及はしていないものの、AI 技術の進歩により人間の判断の代替が可能となれば、RPA ソフトの適用範囲がさらに大きく拡大すると見込まれる。

4. 結論

本稿では各種の主要な RPA ソフトに関してその機能調査を行い、試利用によるサンプルロボットの開発を行うことでその機能及び特徴を調査し、各業務パターンにおける RPA の適用可能性を明らかにした。

従来は IT の開発・導入は IT 部門が行い、業務部門のエンドユーザはその利用を行うだけであったが、RPA の登場によってエンドユーザが直接自業務を IT 化することが可能となった。業務の非専門家である IT 部門がシステム開発を行う際には対象業務の調査・分析に非常に多くの時間を要するため、RPA を用いて業務に最も精通しているエンドユーザがロボット開発を行うことで、迅速かつ効率的な業務の IT 化が可能となる。エンドユーザコンピューティングは過去から存在していた概念ではあるが、RPA の登場によって現実的かつ自律・能動的に各業務担当者が自己の業務を改善可能となった点が、RPA の最大の特徴である。かつて PC・メール・インターネットが一部の愛好家のみが取り扱う趣味の代物であった時代から数十年を経て、今では業務に必須の要素となったように、RPA に代表されるエンドユーザコンピューティングが全業務担当者の必須スキルになる時代へと変革している。

同時に、IT 部門の側も旧来のように IT 機器や情報システムの導入・運用を行うだけでは自身の役割を果たせなくなっている。デジタルトランスフォーメーション（DX）によって社会が変革し、人・組織と IT とが一体となって業務を変える時代において、IT 部門内に閉じた活動では IT 化のニーズに応えることは不可能である。IT 部門は先端技術の知見を他部署に先駆けて習得し、IT の専門知識を基に経営戦略・組織運営・業務改革まで視野に捉え、そのコンサルティングを行える部門へと脱皮する必要がある。

RPA は将来的に AI と組み合わせることで、現在の単純な手作業の自動化から人間の判断が必要な高度業務の代替へとさらに進化することが期待される。これは、IT が人間の役割を変化させることにほかならないため、高度 IT に対応した人・組織の在り方を同時に模索していく必要がある。

謝辞

本報告書を執筆するにあたり有用な助言を頂いたシステム計算科学センター久米悦雄副センター長及び IT 化推進室久野哲也室長に感謝の意を示す。

加えて、RPA ソフトの試利用に協力頂いた IT 化推進室上野時生主査、一般財団法人高度情報科学研究機構荒川卓郎氏、大森美沙子氏、JPC 株式会社菊池善貴氏、四釜眸氏、株式会社日立ソリューションズ東日本鈴木仁氏に感謝の意を示す。

さらに、RPA ソフトの評価版の提供及び OCR の試利用に対応頂いた各ベンダ関係者に感謝の意を示す（関係者多数のため個々の名前は割愛させて頂く）。

最後に、機構の業務改革を推進し、RPA 導入を先導頂いた構造改革推進室松尾一臣技術副主幹及び常松稔史副主幹に感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 総務省, RPA (働き方改革: 業務自動化による生産性向上), 2018,
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02tsushin02_04000043.html
(参照: 2020-2-18) .
- 2) 株式会社 MM 総研, 国内法人の AI-OCR 導入実態調査 (2019 年 6 月実施), 2019,
<https://www.m2ri.jp/news/detail.html?id=363>
(参照: 2020-2-18) .
- 3) 総務省, AI を活用した音声認識技術による自動文字起こし及び自動要約の実証実験, 2019,
https://www.soumu.go.jp/main_content/000636390.pdf
(参照: 2020-2-18) .

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	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	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 ^(c)	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	ジーメンズ	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
光束度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
照射度	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
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のみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてののみ使用される。

(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
粘着力のモーメント	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
角速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² 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	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
放射輝度	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
酵素活性濃度	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=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、 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
エルグ	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 =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm 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=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe Δ (10 ³ /4 π) 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「 Δ 」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=1 cGy=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=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
ミクロン	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

