

浜松ホトニクスの知財業務における AI 活用の現状と課題

— 組織改革先行・AI 実装は公開情報では限定的 —

2026 年 4 月 17 日

Claude Opus 4.7

要旨

浜松ホトニクス株式会社（証券コード 6965、以下 HPK）の知的財産業務における AI 活用は、公開情報レベルでは「具体的な生成 AI 導入事例・ツール名の開示が極めて限定的」というのが第一の発見である。一方で、同社は 2023 年 10 月に**知的財産本部を新設**し、2025 年 4 月には「**攻めの知財戦略**」を打ち出すなど、AI 活用の前提となる組織・制度改革を先行させている¹。知財権の全世界保有件数は **9,260 件**（2025 年 10 月 1 日時点）に達し、光半導体事業が全体の 36%を占める構造だが¹、超ニッチ・カスタム・物理複合領域という同社固有の技術特性は、汎用 AI 知財ツールの適用を難しくする構造的要因となっている。本稿では、公開情報に基づき、HPK の AI 活用の現状・課題・展望を体系的に整理する。推測と事実は明確に区別し、情報源は文中に番号で示し、巻末に一覧を付す。

1. 企業概要と知財部門の位置づけ

1.1 事業構造と財務

HPK は 1953 年設立、静岡県浜松市に本社を置く光技術総合メーカーであり、**光電子増倍管（PMT）で世界シェア約 90%**を有する「スーパーニッチカンパニー」を自称する¹⁰。事業は 2025 年 9 月期（FY2025）から**電子管・光半導体・画像計測機器・レーザ**の 4 報告セグメント+その他（ホテル事業等）の構成となっており、レーザは NKT Photonics 買収（2024 年 5 月完了）に伴い前期比 107.7%増の **222 億円**へ急拡大した²⁰²¹。

FY2025 連結売上高は **2,120 億円（前期比+4.0%）**、営業利益は **161 億円（前期比▲49.7%）**と、売上は過去最高水準ながら利益は大幅減。これは NKTP の**のれん償却約 25**

億円、研究開発費の増加、中国での在庫調整等が要因である²。販管費内の研究開発費は FY2024 の 135 億円から FY2025 は 184 億円 (+36.1%) へ増加し、売上高 R&D 比率は販管費ベースで約 8.7%、基礎研究費を含めた実績ベースでは従来約 10%とされる²。海外売上比率は 75%超（日本 23%、北米 24%、欧州 23%、アジア 30%）で、グローバル知財戦略の必然性を示している²。

1.2 知的財産本部の組織設計と「攻めの知財戦略」

HPK は 2023 年 10 月、知的財産本部を新設した¹。構成は「知的財産企画管理部」（グループ全体の知財管理・契約・交渉・係争・教育・IR 等）と「知的財産戦略部」（発掘～出願・権利化、他社特許対応）の 2 部体制で、後者の下に事業部/研究所ごとの「知財戦略チーム」を配置する。このチームは「知財に精通する知財スタッフ」×「事業/研究に精通したスタッフ」のハイブリッド編成を特徴とし、事業部/研究所内に物理的に配置される「現場常駐型」モデルを採る¹。

同時に職務発明等取扱規定を改訂し補償金を大幅引き上げ、2025 年 4 月には「攻めの知財戦略」活動指針を策定した¹。従来の「守り（自社製品保護）」に加え、顧客付加価値・ソリューション重視で知財を創造する方針を明示し、IP ランドスケープ（IPL）活動を知財本部×営業統括本部×経営戦略室の連携で推進している。組織改革の効果として、発明提案は +28%、日本第 1 国出願は+19%増加（2023 年 10 月比）と報告されている¹。

1.3 特許ポートフォリオ

全世界保有知財権は 9,260 件（2025 年 10 月 1 日時点）、FY2025 の新規登録は特許・実用新案・意匠で 1,105 件、商標 62 件¹。地域別内訳は日本 30%、米国 20%、欧州 23%、アジア 23%で海外売上比率と整合している。事業別では光半導体 36%、電子管・画像計測各 18%、レーザ 12%、その他 16%と、最大利益セグメントの光半導体が知財ポートフォリオの 3 分の 1 超を占める¹。第三者データベース「IP Force」によれば、2024 年の出願公開件数は 191 件（筆頭出願人ベースで 185 位）、2024 年の特許取得件数は 282 件⁴。「パテント・インテグレーション」のデータでは過去 5 年平均 228 件と比較的安定推移している⁵。

1.4 経営層

2022年12月以降、代表取締役社長は丸野正氏（1983年武蔵工業大学工学部卒、2022年社長就任）、会長は晝馬明氏である⁶¹⁵。知財担当役員については、過去の社内人事報道で鈴木一哉氏（執行役員 製品管理統括部長兼知的財産、2020年時点）¹⁸、宇津山晃氏（知的財産部 部長、2016年 INPIT 登壇時）²⁴が確認されるが、現在の CIPO 相当役職の公表は確認できない。公式役員一覧でも「知的財産本部長」の氏名は直接開示されておらず、執行役員クラスと推定される。

2. AI 活用の現状 — 具体事例の公開情報は限定的

2.1 AI/生成 AI 導入に関する開示状況

HPK の知財業務における AI・生成 AI 活用について、公式サイト、統合報告書 2024、プレスリリース、IR ライブラリ、決算説明資料のいずれにも、具体的な AI ツール名

（Patentfield、Amplified AI、PatentSQUARE、ChatGPT、Claude、Tokkyo.Ai 等）や生成 AI 適用業務の開示は確認できなかった¹¹²。公式「知的財産」ページの記述は、組織体制・職務発明規定・IP ランドスケープ・教育・ポートフォリオ構成という「制度・人材・戦略」領域に重点が置かれており、ツールレベルの DX 記述は極めて限定的である¹。

これは同社の知財業務で AI を全く使用していないことを意味しない（むしろ IPL 活動推進の宣言からは、何らかの分析ツール活用が推測される）が、対外開示の姿勢として「AI 活用を前面に出さない」スタイルであることは事実として記録できる。日経「特許ウォッチ」で紹介される HPK の注目特許は、Nikkei Tech Foresight と Patentfield が共同開発したアルゴリズムで抽出されているが²⁶²⁷、これは外部分析側の取り組みであり、HPK 自身の Patentfield 利用を示すものではない。

2.2 全社 DX・AI 戦略での位置づけ

経産省・IPA・東証の「DX 銘柄」「DX 注目企業」選定一覧において HPK の選定は確認できなかった²⁸²⁹。同社は生成 AI ブームの恩恵を受ける側（半導体検査装置向けセンサ、ス

テルスダイシングレーザ需要) であり、AI を製品に組み込む/AI インフラを支えるポジションが前面に出ている³⁰。知財業務を含む社内業務の AI 化については、中期計画や統合報告書で明示的な章立てがない。

2.3 AI ガバナンス・情報セキュリティ

HPK 固有の生成 AI 利用ガイドラインや AI ガバナンス方針の公開文書は確認できなかった。コーポレート・ガバナンス報告書(2024年3月28日、2024年5月20日提出)の内容も情報セキュリティ・AI 関連の固有記述は限定的である³¹³²。総務省・経産省「AI 事業者ガイドライン第 1.1 版」(2025年3月)の枠組み下で自主対応していると推定されるが、対外開示は行われていない。

評価：HPK は AI 活用の「組織・制度の土台づくり」を先行させ、ツール導入や運用フェーズの情報開示は意図的に抑制されていると読める。これは製品競争力の源泉に直結する技術情報のリスクヘッジという観点からは合理的だが、知財・無形資産ガバナンスコード下での投資家対話の文脈では、今後の深化が期待される領域である。

3. IR・統合報告書・CG 報告書での開示

3.1 統合報告書の位置づけ

統合報告書 2024(2025年3月31日発行、A4判カラー54頁、対象期間 FY2024)は「中期計画」「サステナビリティ」「価値創造」を柱として構成される¹¹¹²。知的財産はサステナビリティ>ガバナンス配下の独立項目として明示的に位置付けられ、発明提案件数・特許出願件数・地域/事業別ポートフォリオ・教育人数等の定量データを開示¹。統合報告書 2023(62頁)と比較し、2024年版は中期計画・IPL に関する記述が拡充されている¹³。

3.2 有価証券報告書の事業等のリスク

第 77 期有価証券報告書(2024年12月20日提出)の「事業等のリスク」には「知的財産権の保護・管理に関するリスク」が明記され、以下 2 点が挙げられる³⁴：

- (1) 海外地域によっては知財権保護が不十分で第三者が類似製品を製造することを有効

に防げない可能性

(2) 知らない第三者の知財権侵害リスクと自社知財利用の制限リスク

対応策として「専門部門組織化、網羅的出願・権利化、弁護士事務所との連携」を挙げる。

AI活用についてはリスク項目でも推進項目でも具体的記述がない点が特徴的である。

3.3 知財・無形資産ガバナンスコードへの対応

経産省・内閣府「知財・無形資産ガバナンスガイドライン Ver.2.0」（2023年策定）²³への対応を見ると、HPKは「価値創造ストーリー」の一部要素（ステルスダイシング事例のモデル化）¹については高い開示水準にあるが、事業別の知財×企業価値への寄与度の定量化、無形資産投資の戦略的配分、取締役会の知財監督の実質的議論内容については、他の先進企業（花王・旭化成等）と比較すると開示深度に改善余地がある。

4. 担当者・経営層のAI関連発言・寄稿

徹底的な検索の結果、HPK知財担当者による「AI活用」に特化した知財専門誌（「知財管理」JIPA、「パテント」弁理士会、「知財ぶりずむ」、「Japio YEAR BOOK」、「発明」、「A.I.P.P.I.」）への寄稿は、公開情報では確認できなかった²⁵。過去に確認できる公開プレゼンテーションとしては以下がある。

宇津山晃氏（当時：知的財産部 部長）は、INPIT グローバル知財戦略フォーラム 2016

（2016年1月26日開催）に登壇した²⁴。講演資料PDFが公開されているが、AI・生成AI関連ではなく、HPKの知財戦略全般に関するものと推定される。2016年時点は生成AI以前であり、現時点のAI活用状況を示す資料ではない。

ステルスダイシング訴訟に関する寄稿としては、HPK代理人の創英国際特許法律事務所・設楽弁護士が解説記事を複数回寄稿している⁹が、これは事務所側の解説であり、HPK知財担当者自身の寄稿ではない。丸野社長の日刊工業新聞インタビュー（2025年3月12日）⁸では、中期計画・モジュール製品強化・特需反動からの回復が中心テーマで、AI活用・知財業務について直接的言及はない。

評価：HPK 知財部門の外部発信は、INPIT フォーラム等の公的場面を除くと極めて抑制的である。このことは、①超ニッチ・カスタム B2B モデルで一般公衆向け訴求ニーズが低い、②研究所・事業部と密着した現場常駐型モデルゆえ担当者が外部活動の時間を割きにくい、③競合への情報提供を避ける戦略的沈黙、といった複数の解釈が可能である。

5. 浜松ホトニクス固有の AI 活用課題

5.1 光学・フォトニクス分野特有の構造的課題

高度専門性の複合領域：HPK の技術は物理（量子光学、素粒子検出）×光学×化合物半導体×真空管/MEMS の複合領域にまたがる¹⁰。光電子増倍管、SiPM/MPPC、qCMOS カメラ、LCOS-SLM、SNSPD といった技術は、**自然言語処理+画像解析+物理式理解の統合**が要求され、化学・IT 分野で先行する汎用 AI 特許分析ツールの直接適用が難しい分析対象である。

ニッチ市場の知財戦略：PMT で世界シェア約 90%、量子技術関連機器で 2030 年世界シェア 1 割目標という独占的ニッチ領域では、**広い特許ポートフォリオより「特定顧客用途に適合したコア特許+ノウハウ秘匿」の組合せ**が合理的¹⁴。これは生成 AI による量産型明細書ドラフトの有用性が薄いことを意味する一方、**秘匿化/権利化判断の高度な専門性**を AI 補助化する余地は残る。

長期製品ライフサイクルと特許寿命の不整合：フォトニクス製品の開発・製品寿命は 10～20 年に及ぶが、特許は 20 年で満了する。実際、**東京精密ステルスダイシング訴訟**では、**長期訴訟の過程で HPK 基本特許が存続期間満了を迎えた**（2024 年 7 月、東京精密側発表）³⁵。HPK が「基本～改良・要素～アプリケーションに至る知財ポートフォリオ」戦略¹を打ち出した背景には、この経験がある。

学術界との近接性：大阪大学 QIQB・NICT・理化学研究所・ハーバード大学・Quantum Machines 等との共同研究網が広く、論文先行公開による新規性喪失リスク管理、共同出願時の権利帰属交渉、発表前出願タイミング調整が継続的課題となる。共同出願人データでは京都大学が直近 3 年の最多共願先（5 件）である⁵。

5.2 係争対応の実績と課題

東京精密社ステルスダイシング特許権侵害訴訟（2018年9月提訴）では、訴訟A地裁判決（2022年12月、売上の30%実施料相当額・約15億697万円認容）、知財高裁判決（2024年4月、15%実施料相当額・約8億3191万円）、訴訟C知財高裁判決（2024年3月、約1億3684万円）、訴訟B差止確定（2022年9月）と一連の高額認容判決を獲得した⁹¹⁷¹⁸。売上15%の実施料相当額認定はフォトニクス分野の先例的高水準（通常1~5%）であり、HPKはこの経験を「攻めの知財戦略」のモデルケースとして内部展開している¹。

5.3 M&A 統合と国際知財ガバナンス

Energetiq（2017）、NKT Photonics（2024/5）、Fairchild Imaging（2024/11）¹⁹²⁰²¹の3大M&Aにより、デンマーク・米国の知財資産を取り込んだ。特にNKTP買収はデンマーク政府が国家安全保障上の理由で2023年5月に一度承認拒否し、2024年5月に再申請後承認という経緯²²からも、量子コンピュータ用レーザ等のデュアルユース技術の投資審査が厳格化している現実が浮かぶ。買収先ブランド・事業組織を存続させる方針のため、グループ内IPガバナンスの実効性確保が次段階の重要課題となる。

6. 今後の展望と示唆

6.1 HPKがAI活用で取り得る3つのロードマップ仮説

第一に、IPランドスケープのAI高度化である。HPKは2025年4月にIPL活動を公式に開始した¹が、4事業×多数の研究所というセグメント横断で一貫したIPL運用にはAI支援が不可欠である。Patentfield AIRのような検索母集団に対する一括生成AI処理⁴¹や、Amplified AI、PatentSQUAREのAI類似検索を組み合わせ、事業部常駐の知財戦略チームに展開する余地は大きい。

第二に、物理・光学専門コーパスの社内構築である。汎用LLMの弱点は光学デバイス・物理量・構造の統合理解にあるため、社内技術者との協業で専門語彙辞書・ベクトル検索DBを整備することは、HPKの技術特性に適合した独自性の高いAI活用路線となる。量子技

術・シリコンフォトニクス等の新領域では特に有効である。

第三に、論文×特許統合管理の強化である。学术界との近接性ゆえに論文投稿前出願タイミング管理が重要であり、発表予定の論文ドラフトから特許化可能要素を AI で自動抽出する仕組みは、同社の研究開発型企业特性に直結する。

6.2 投資家対話・ガバナンス開示の深化

知財・無形資産ガバナンスコード下で、IPL の成果を事業別企業価値貢献として定量化する開示、AI 活用ガバナンス体制の可視化（生成 AI 利用方針、情報管理、倫理）は、PBR 向上・海外機関投資家対話の観点から次の改善余地である。

6.3 総括

HPK の知財 AI 活用は、組織改革（知的財産本部新設、補償金引上げ、知財戦略チーム現場配置）と IP ランドスケープ活動開始という「前段階」を完了した状態にある。しかし、生成 AI を含む具体的ツールの導入・運用に関する公開情報は極めて限定的であり、光学・フォトニクス分野の高度専門性・ニッチ性・長期特許寿命という構造的課題が、汎用 AI 知財ツールの直接適用を難しくしている。東京精密訴訟での基本特許満了経験は、継続的な改良・要素・アプリ特許のループによる防衛戦略の必要性を同社に示した。今後、HPK が「攻めの知財戦略」を AI 補助下で実装し、その成果を投資家・ステークホルダーに可視化できるかが、光産業のリーダーとしての次の試金石となる。

調査上の留意事項

- ・ 本報告書は 2026 年 4 月 17 日時点の公開情報に基づく。
- ・ HPK 知財担当者による生成 AI・知財 DX に特化した寄稿・講演は、本調査範囲の公開情報では確認できなかった。存在する場合は非公開コミュニティまたは会員制資料（JIPA 内部資料等）に留まっている可能性がある。
- ・ 「CIPO」「知財本部長」等の現任者氏名は本調査時点の公開情報範囲では特定困難。
- ・ 2022 年 12 月以降、代表取締役社長は丸野正氏（晝馬明氏は取締役会長）。

- ・ 連結 R&D 費総額の売上比は販管費ベースで約 8.7% (FY2025)、基礎研究費を含めた従来開示では約 10%前後。正確な連結 R&D 総額は FY2025 有価証券報告書 (2025 年 12 月 18 日提出予定) を参照されたい。

参考文献

1. 浜松ホトニクス「知的財産」公式ページ. <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/our-company/sustainability/governance/intellectual-property.html>
2. 浜松ホトニクス「2025 年 9 月期 決算短信〔日本基準〕 (連結)」2025 年 11 月 7 日.
https://www.hamamatsu.com/content/dam/hamamatsu-photonics/sites/documents/01_HQ/ir/financial-information/quarterly-financial-reports/h_ir_78ren_t.pdf
3. 浜松ホトニクス「会社概要」. <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/our-company/corporate-profile.html>
4. IP Force「浜松ホトニクス株式会社の特許登録一覧」ランキング更新日 2025 年 8 月 1 日.
<https://en.ipforce.jp/applicant-503>
5. パテント・インテグレーション「浜松ホトニクス株式会社 特許情報・特許分析レポート (日本特許)」. <https://patent-i.com/report/jp/applicant/>
6. 日本経済新聞「浜松ホトニクス社長に丸野正氏」2022 年 9 月 26 日.
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCC261700W2A920C2000000/>
7. 浜松ホトニクス「代表取締役の異動等」2023 年 9 月 22 日.
https://www.hamamatsu.com/content/dam/hamamatsu-photonics/sites/documents/01_HQ/ir/information/h_ir_info230922.pdf
8. 日刊工業新聞「浜松ホトニクス社長・丸野正氏インタビュー」2025 年 3 月 12 日.
<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00742645>
9. 創英設楽法律事務所「浜松ホトニクス・ステルスダイシング特許権侵害訴訟 (後編)」.
<https://soei-law.com/law-topics/>
10. Wikipedia「浜松ホトニクス」.
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B5%9C%E6%9D%BE%E3%83%9B%E3%83%88%E3%83%8B%E3%82%AF%E3%82%B9>
11. 浜松ホトニクス「統合報告書 2024」2025 年 3 月 31 日発行.
https://www.hamamatsu.com/content/dam/hamamatsu-photonics/sites/documents/01_HQ/ir/integrated-report/h_ir_Integrated_Report_2024_A4_J.pdf

12. 浜松ホトニクス「統合報告書 2024 を発行」2025 年 3 月 31 日。
https://www.hamamatsu.com/jp/ja/news/announcements/2025/20250331000000_jp.html
13. 浜松ホトニクス「統合報告書 2023 を発行」2024 年 3 月 22 日。
https://www.hamamatsu.com/jp/ja/news/announcements/2024/20240322000000_jp.html
14. 日経 Tech Foresight「浜松ホトニクス、量子機器で世界シェア 1 割へ」2026 年 4 月 15 日。
<https://www.nikkei.com/prime/tech-foresight/article/DGXZQOUC142TD0U6A410C2000000>
15. 専修大学リポジトリ「浜松ホトニクスと光産業創成大学院大学」. <https://senshu-u.repo.nii.ac.jp/>
16. 浜松ホトニクス「模倣品の注意」. <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/support/precautions-against-counterfeits.html>
17. 浜松ホトニクス「東京精密社に対する特許権侵害訴訟の判決（勝訴）について」2024 年 6 月 12 日. <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/news/announcements/2024/20240612000000.html>
18. 日本経済新聞「人事、浜松ホトニクス」2020 年 9 月 25 日。
https://www.nikkei.com/article/DGXLMSJF61001_V20C20A9000000/
19. M&A Online「浜松ホトニクス エナジティック社買収」2017 年 9 月。
<https://maonline.jp/news/20170922d>
20. 浜松ホトニクス「BAE Systems Imaging Solutions (Fairchild Imaging) 買収」2024 年 11 月 5 日。
<https://www.hamamatsu.com/jp/ja/news/announcements/2024/20241105000000.html>
21. 浜松ホトニクス「NKT Photonics 社の買収完了」2024 年 5 月 31 日。
https://www.hamamatsu.com/jp/ja/news/featured-products_and_technologies/2024/20240531000000.html
22. M&A Online「NKT Photonics 買収記事」2024 年 6 月 7 日。
https://maonline.jp/articles/hamamatsuphotonics_nktphotonics20240607
23. 内閣府「知財・無形資産ガバナンスガイドライン Ver.2.0」2023 年。
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/tousi_kentokai/governance_guideline_v2.html
24. INPIT「グローバル知財戦略フォーラム 2016 講演資料」（宇津山晃・浜松ホトニクス知的財産部 部長 登壇）. https://www.inpit.go.jp/katsuyo/gippd/forumkokunai/forum_000010.html
25. 日本知的財産協会「知財管理」. <https://www.jipa.or.jp/>
26. 日経 Tech Foresight「【特許】浜松ホトニクス、荷電粒子検出器の過大電流防止」2025 年 3 月 27 日. <https://www.nikkei.com/prime/tech-foresight/article/DGXZQOUC268H00W5A320C2000000>
27. 日経 Tech Foresight「【特許ウオッチ】浜松ホトニクス、劣化しにくい X 線装置」2024 年 6 月

- 27 日. <https://www.nikkei.com/prime/tech-foresight/article/DGXZQOUC242M50U4A620C2000000>
28. IPA 「DX 銘柄」. <https://www.ipa.go.jp/digital/dx/dx-meigara.html>
29. 経済産業省 「DX 認定制度」. https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/dx-nintei/dx-nintei.html
30. note 「浜松ホトニクス (6965) —生成 AI ブームで光が再び輝く国策銘柄の真価」. https://note.com/good_sage554/n/n4d7c48ef3af4
31. 日経会社情報 DIGITAL 「浜松ホトニクス コーポレート・ガバナンスに関する報告書 2024/03/28」. <https://www.nikkei.com/nkd/disclosure/tdnr/20240328561690/>
32. 日経会社情報 DIGITAL 「浜松ホトニクス コーポレート・ガバナンスに関する報告書 2024/05/20」. <https://www.nikkei.com/nkd/disclosure/tdnr/20240515598711/>
33. 浜松ホトニクス IR ライブラリ. <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/investor-relations/ir-library.html>
34. Ullet 「浜松ホトニクス 事業等のリスク」. <https://www.ullet.com/>
35. 東京精密 「浜松ホトニクス株式会社との特許訴訟の終結について」 2024 年 7 月 1 日. https://www.accretech.com/jp/news/hpk_20240701.html
36. 知的財産高等裁判所 「裁判例検索 令和 2(ネ)10002」. https://www.ip.courts.go.jp/app/hanrei_jp/detail?id=5422
37. 浜松ホトニクス 「知的財産権を行使した結果の報告」. https://www.hamamatsu.com/jp/ja/our-company/sustainability/governance/intellectual-property/results_of_exercising_our_ip_rights.html
38. 浜松ホトニクス 「研究・開発について」. <https://www.hamamatsu.com/jp/ja/our-company/research-and-development.html>
39. NICT 「量子コンピュータに向けたハイエンドな国産 SNSPD システムのフィールド実証」 2022 年 9 月 16 日. <https://www.nict.go.jp/press/2022/09/16-1.html>
40. 特許庁 「人工知能 (AI) 技術の活用に向けた取組」. https://www.jpo.go.jp/system/laws/sesaku/ai_action_plan/index.html
41. Patentfield AIR (生成 AI 特許検索・分析) 解説. <https://evort.jp/presentations/patentfield/patentfield-air>
42. J-Stage 「AI 特許調査ツールと生成系 AI の連携による高精度化検討」 (AI 知財ツール業界動向参考) . <https://www.jstage.jst.go.jp/>