

# 令和3年度 追跡評価書

- 研究機関 : 大阪大学、日本電気(株)
- 研究開発課題 : 「脳の仕組みを活かしたイノベーション創成型研究開発」  
(脳の動作原理の活用による省エネで外乱に強いネットワーク制御基盤技術)  
「変動する通信状況に適応する省エネなネットワーク制御基盤技術の研究開発」
- 研究開発期間 : 平成 23 ～ 平成 27 年度
- 代表研究責任者 : 村田 正幸

## ■ 総合評価

### (総論)

大学と企業の緊密な連携により研究開発成果が実用化されるとともに、本研究開発成果により、脳型認知分類技術「ゆらぎ学習」の確立に結び付けることができた点や、大学における新しい研究組織が設立されるなど、有益な成果が得られたと評価する。

事業化という観点では途上であり、引き続き成果を産業創造に活かしていくことに期待する。

(被評価者へのコメント)

- 脳の動作原理活用への着眼を脳型認知分類技術「ゆらぎ学習」の確立に結び付けることができた点で国家プロジェクトとして有効な施策であった。ゆらぎ制御、ゆらぎ学習をテーマに切れ目ない政府プロジェクトが実施されていることを高く評価する。本テーマについて、引き続きアウトカム目標達成に努力し、その成果を進行中のプロジェクトにおける基盤技術の発展と産業創造に生かしていただきたい。
- 研究開発を大学と企業の緊密な連携により推進して、研究開発成果が企業により実用化された。また、大学における新しい研究組織が設立されるなど、有意義な効果があった。
- 適切に成果展開などが行われており、有意義な研究開発であったと言える。また、本分野における今後の研究発展の礎となっていることも評価できる。
- 全般的には、順調に研究開発が実施されたと考える。しかしながら事業化という点から言えば、途上である。そこまで実行する組織や仕組みが必要に思える。要素として、知財で切り出すことも考えられるが、実施されている特許については、脳やゆらぎという本研究開発の主たる部分ではない内容であるように見受けられる。この点でも、もう一段の進展が必要である。
- ゆらぎ制御の定量的特性の解明や、生体と脳におけるゆらぎ制御の基礎メカニズムの解明は、将来のニューロモフィックコンピューティングや AI 関連技術の発展へ寄与することが想像され、これらが注目される以前の早い段階での検討は、大きな意味を持ったと考える。一方、その応用の観点では十分な達成度とは言えない。SDN の事業化にて関連特許が利用されたことは好ましいことであるが、課題本来のゆらぎ制御に直接関連する内容とは思われない。無線ネットワークへの適用においても、その有効性を示せる応用領域の明確化が望ましかった。また、数値目標が適切に設定されているか疑問が残る。(マイクロな部分ではなく、全体としての効用を反映できる様な数値目標の設定が望ましい。)

## (1) 政策目標の達成状況等

### (総論)

本課題の成果を活用した製品が実用化されて、新たなサービス市場の創出という目標は達成されていると認められる。

一方で、本技術による省エネルギー化の効果等は必ずしも明確ではないことから、今後の事業導入における成果の定量的な評価や、技術の普及と革新を期待する。

### (被評価者へのコメント)

- ビッグデータの流通のためのネットワーク低消費エネルギー化と制御能力向上技術を確立し、新たなサービス市場の創出を目指すとする政策目標に対して、成果プロモーション、社外実証推進、事業化・製品化に努めていることは高く評価できる。今後、事業導入における、低消費エネルギー化と制御能力向上効果についての成果の定量的な評価を行い、技術の普及と革新を期待する。
- 本研究開発課題の成果を活用した SDN 製品が実用化されている。また、研究開発期間中および終了後に合計 26 件の特許を出願して 8 件を取得、うち 3 件を活用している。
- 適応的なネットワークを実現でき、経路制御計算量の削減などにより制御能力を向上させたことで目標を達成できたと言えるが、省エネルギーの効果は必ずしも明確ではない。新たなサービス市場の創出という面では、成果を活用した SDN 製品の市場の拡大は達成できていると言える。
- 成果プロモーション活動、社外実証推進活動、事業化・製品化活動の各項目について、目標を達成した。
- 大規模ネットワークでは、「膨大な計算を行うことで多くのエネルギーを消費し続けている」例は一般的ではなく、従って本技術の目標が直接効果を及ぼすネットワークは限られていると思われる。(大規模パケット通信ネットワークやデータセンタネットワークにおいては通常階層的な構成を取る。)開発技術を SDN へ応用したこと自体は望ましいことであるが、直接的な経済的效果は大きいとは言えない。一方、ゆらぎ制御等に関する基盤技術検討の推進に関する社会的な効果は評価できる。

## (2) 成果から生み出された科学的・技術的な効果

### (総論)

ゆらぎ制御、ゆらぎ学習分野の確立に寄与し、その後の将来的な発展の基礎となっている点は効果的である。本研究開発が開拓した分野で総務省プロジェクト、総務省・環境省プロジェクトが継続的に誘引され、研究開発が進んだことは、大きな成果である。書籍の出版により成果の啓発・技術の普及を図っている点も評価できる。

### (被評価者へのコメント)

- 本研究開発が開拓した分野での総務省プロジェクト、総務省・環境省プロジェクトが継続的に誘引されたことは、成果から生み出された大きな科学的技術的成果と考える。
- 研究成果が後継プロジェクトで活用されている。具体的には、総務省プロジェクト「次世代人工知能技術の研究開発」および総務省・環境省連携プロジェクト「脳の仕組みに倣った省エネ型の人工知能関連技術の開発・実証事業」がある。また、Springer 社から書籍 (Fluctuation-Induced Network Control and Learning、2021年) を発行して技術の普及をはかっている。
- ゆらぎ制御及びゆらぎ学習に関し新たなプロジェクトによる取組が発展し、研究開発が進んでいることは評価できる。書籍の出版による成果の啓発・普及も評価できる。
- 脳型計算アルゴリズムは、機械学習・AIなどで注目されており、本研究開発活動も、そうした技術トレンドに沿ってネットワーク分野に適用したものと解釈できる。それを比較的早い時点から取り組んでおり、今後、こうした分野が隆盛を極めた場合は、そのさきがけの研究事例と評価されると思われる。
- SDNは集中制御が前提であり、ゆらぎ制御に関する技術的な成果との繋がりが明確ではない。基盤技術に関しては、ゆらぎ制御、ゆらぎ学習分野の確立に寄与し、その後の将来的な発展の基礎となっている点は効果的であった。

### (3) 副次的な波及効果

#### (総論)

本研究開発を契機として、NEC、大阪大学との協働研究所の設立を通じたコンピューティングやネットワーキングの産学連携が進んでいるほか、大阪大学とNICTとの連携も拡大しており、それらを通じた人材育成、異分野融合、他組織連携が進められている点は評価できる。

#### (被評価者へのコメント)

- NEC、大阪大学との協働研究所の設立、大阪大学と脳情報通信融合センターとの連携拡大により、人材育成、異分野融合、他組織連携が拡大された。
- 大阪大学とNECによりブレイン・インスパイヤード・コンピューティング協働研究所が設置されて研究が推進されている。大阪大学とNICT(脳情報通信融合研究センター CiNet)との連携が拡大して、後継プロジェクトを推進する中心となっている。
- 学生の活躍は副次的な波及効果としては一般的なものである。
- 大阪大学とNECとの間で、脳をキーワードとするコンピューティングやネットワーキングの産学連携が進んでいるようであり、その進展に明確に寄与している。
- ゆらぎ制御の定量的特性の解明や、生体と脳におけるゆらぎ制御の基礎メカニズムの解明は、将来のニューロモフィックコンピューティングやAI関連技術の発展へ寄与することが想像され、これらが注目される以前の早い段階での検討は、大きな意味を持ったと考える。

#### (4) アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況等

##### (総論)

アウトカム指標目標値を超える成果を達成しており、総合プロデューサやビジネスプロデューサの貢献や目標設定の有効性等、一部に検討の余地はあるものの、論文発表や、展示などのアウトリーチ活動、ソフトのオープン化等は十分実施され、事業化に向けた体制は有効に機能したと認められる。

##### (被評価者へのコメント)

- アウトカム指標目標値を超える成果を達成している。事業化に向けた体制が機能し、事業化実績を上げていると認められる。また、学会発表を含む周知広報活動も十分な規模で展開し成果を上げたこと認められる。
- 大学と企業による推進体制が有効であり、目標を上回る成果が得られた。論文発表、展示などを積極的に行い、ソフトウェアをオープン化して提供した。
- 成果を製品に活用し、計画を達成できていると言える。国際会議のスペシャルセッション、展示などのアウトリーチも適切に実施された。
- 本研究開発のような、かなり基礎的・基盤的な内容を含む研究開発において、総合プロデューサやビジネスプロデューサの貢献がどの程度可能であるのか、プロデューサのコストに値する効果があったか、については、検討の余地があると思う。
- 取組計画として数値を挙げているが、ごく限られた事例での達成を議論している。それとは別に、開発技術が SDN や無線通信で役立ったと言うことであれば、それは良いことである。ただ、開発技術と SDN への応用の間の関係が不明確である。SDN やオープンフローに関する有効性を示すのであれば、例えば現状のデータセンタでのルーティングと比較した優位性を示す努力が必要である。

## (5) 政策へのフィードバック

### (総論)

本研究開発は、脳の動作原理活用への着眼を脳型認知分類技術「ゆらぎ学習」の確立に結び付けることができた点で国家プロジェクトとして有効な施策であると認められる。成果が適切に展開され、後継プロジェクトが複数実施されていることから、テーマ設定は妥当であったと考える。

### (被評価者へのコメント)

- ゆらぎ制御、ゆらぎ学習を核とする研究開発プロジェクトとして、切れ目なく複数の政府プロジェクトが実施されており、テーマ設定は妥当であったと考える。脳の動作原理活用への着眼を脳型認知分類技術「ゆらぎ学習」の確立に結び付けることができた点で国家プロジェクトとして有効な施策であった。研究開発における成果の性能評価を事業導入において検証し、政策へのフィードバックを得ることを期待する。
- 脳の仕組みを応用して情報通信ネットワークを制御する技術は、地球環境に配慮する低消費エネルギーという観点から、国家プロジェクトとして取り組むべき課題である。本研究開発の成果の取扱いにおいて、SDN 技術のソフトウェアはオープンとして、無線関連技術をクローズドとした。これはオープン・クローズ戦略の実施例として他プロジェクトの参考になる。
- 新規分野を開拓する国家プロジェクトとして適切であったと言える。成果が適切に展開されており、研究も発展的に進められているので、今後の政策へのフィードバックも期待できる。
- 総務省が主管するネットワーク分野において、「脳」をキーワードとする研究開発が実施されたこと、および、後継研究開発が立ち上がったことは、評価できる。
- 基盤技術(自己組織型ゆらぎ技術)と応用領域(自己組織型省エネ・高信頼ネットワーク)との乖離が大きい課題。現状のネットワークにおける課題と解決方法のより詳細な分析が望ましかった。基盤技術は基盤技術として重要であり、その領域については、プロジェクトは有効と考えられる。