

# **最先端・次世代研究開発支援プログラム (NEXT) 追跡評価報告書 概要**

令和2年7月16日

内閣府

政策統括官（科学技術・イノベーション担当）

# 最先端・次世代研究開発支援プログラム（NEXT） 追跡評価報告書（概要）

## ＜趣旨＞

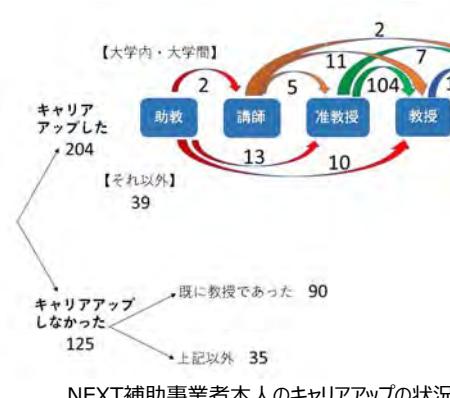
- 最先端・次世代研究開発支援プログラム（NEXT）（平成22～25年度に実施）について追跡評価を実施。
- 本追跡評価は、今後の施策の制度設計に活用するため、プログラムの波及効果を把握とともに、制度設計や事後評価結果の妥当性について検証を行うもの。

## ＜評価のポイント＞

- 事業終了後5年が経過した現在において、当時参加した研究者の多くが教授職等として活躍し、あるいは更に発展した研究成果を創出。「世界をリードすることが期待される潜在的可能を持った研究者」を支援するという事業目的は十分に達成
- 一方で、「プログラム実施期間の見直し」、「研究者間の交流不足」、「ライiventに応じた柔軟な制度が必要」等の意見もあり、これらは事後評価の指摘と概ね合致。
- 今回の追跡評価では、「地域研究者の育成・定着の難しさ」、「自然科学と人文社会科学との交流」、「事業終了後の支援不足」など、事後評価時点には指摘できなかった論点も明らかに。

出版年	NEXT	FIRST	ImPACT	SIP	CREST	ERATO	科研費 (注2)
Top1%論文割合 (2009-17年) (注3)	2.0%	3.0%	1.7%	1.9%	1.5%	2.8%	0.8%
Top10%論文割合 (2009-17年) (注3)	17.1%	20.4%	17.0%	11.1%	13.9%	18.3%	9.9%

NEXT補助事業者の論文引用数（TOP1%、10%）



Top1%論文、  
Top10%論文の割  
合は、他プログラ  
ムに比肩又は上回る

全体の約3分の2が  
キャリアアップ  
(全体の約4分の3  
が教授職)

## ＜今後の施策に向けて留意すべき視点＞（政策インプリケーション）

評価結果を踏まえ、今後の施策を検討・実施する際に留意すべき視点として以下を提示。

### 【留意すべき視点】

- 総合的かつ長期的な視野による若手研究者／女性研究者等の支援
- 所属機関や資金配分機関による支援の充実
- 研究者の自由な発想を生かせる柔軟性のある広い研究テーマ設定や研究交流の促進
- 研究者にとって柔軟性の高い制度の設計
- 重複受給制限や研究専従率の合理的かつ柔軟な設定
- 単発的な施策ではない継続的・安定的な支援
- 制度運用プロセスの合理化（公募・採択・評価等）

# **<報告書の詳細>**

# 追跡評価の趣旨

## ＜趣旨＞

- ✓ 最先端・次世代研究開発支援プログラム（NEXT）について、**研究開発終了一定期間経過後に追跡評価を実施**。
- ✓ 本追跡評価は、「最先端・次世代研究開発支援プログラムのフォローアップ及び評価の運用方針」（平成23年7月29日総合科学技術会議）に基づき実施するもの。
- ✓ 今後の施策の制度設計に活用するため、**プログラムの波及効果を把握**するとともに、**制度設計や事後評価結果の妥当性について検証**を行う

## （参考1）「最先端・次世代研究開発支援プログラムのフォローアップ及び評価の運用方針」（抜粋）

（平成23年7月29日総合科学技術会議）

2. 総合科学技術会議は、研究開発終了後に研究課題の事後評価と併せて最先端プログラム及び次世代プログラムの研究開発支援施策としての評価を、**研究開発終了一定期間経過後に追跡評価を実施する**。総合科学技術会議が評価を実施するに当たっては、推進会議が評価の具体的な実施方法を定めるとともに評価案を取りまとめることとし、その結果を基に総合科学技術会議が評価を決定する。

## （参考2）「最先端・次世代研究開発支援プログラムのフォローアップ及び評価の具体的な運用について」（抜粋）

（平成23年7月29日総合科学技術会議最先端研究開発支援推進会議）

### （5）追跡評価

#### ① 実施時期

平成31年度を目指し実施する。

#### ② 目的

今後の施策の制度設計に活用するため、**プログラムの波及効果を把握**するとともに、**制度設計や事後評価結果の妥当性について検証**を行う。

#### ③ 実施体制及び実施方法

i) 内閣府科学技術政策担当部局において毎年度追跡調査を実施することとし、次世代プログラムによる研究支援が研究者のキャリアパス形成に効果的に作用したかを判断するために参考となるデータ（主要な論文や知的財産権等）を研究者の自己申告に基づき収集する。

ii) 外部評価委員会の評価委員会が、i) の追跡調査結果及び研究者等の協力を得つつその他必要な調査の実施により検討を行い、評価結果を取りまとめ、外部評価報告書として推進会議に提出する。

iii) 推進会議は、ii) の外部評価報告書を踏まえて評価案を取りまとめ、総合科学技術会議に提出する。

iv) 総合科学技術会議は評価の内容を決定する。

## ＜検討経緯＞

令和2年2月28日 最先端研究開発支援プログラム外部評価委員会（第1回）

5月26日 最先端研究開発支援プログラム外部評価委員会（第2回）

7月2日 革新的研究開発推進会議（第37回）

# 最先端・次世代研究開発支援プログラム (NEXT) 概要

- 名 称**：最先端・次世代研究開発支援プログラム
- 実施府省**：内閣府、文部科学省
- 実施機関**：独立行政法人日本学術振興会（JSPS）
- 実施期間**：平成22年度（2010年度）から平成25年度（2013年度）（4年以内）
- 予 算 額**：500億円（先端研究助成基金）
- 助成金額上限額**：1件当たり総額2億円を上限
- 目 的**：NEXTは、将来、世界をリードすることが期待される潜在的可能性を持った若手、女性及び地域の研究機関等で活躍する、自己の責任において主体的に研究を進めることができる研究者に対して研究支援制度を創設し、新たな科学・技術を創造する基礎研究から出口を見据えた研究開発まで、「新成長戦略(基本方針)」（平成21年12月30日閣議決定）において掲げられた政策的・社会的意義が特に高い先端的研究開発を支援することにより、中長期的な我が国の科学・技術の発展を図るとともに、我が国の持続的な成長と政策的・社会的課題の解決に貢献することを目的
- 対象とする研究者**：若手研究者（原則満45歳以下の者<sup>（注）</sup>、ただし女性は年齢を問わない）であって、自己の責任において主体的に研究を進める立場にある者。※329名（うち、女性82名）を採択
  - 注：医学系の博士課程修了者、臨床研修修了者及び育児休暇取得者に対しては、年齢制限の特例（最大48歳まで延長）を設けている
- 対象とする研究課題**：グリーン・イノベーション又はライフ・イノベーションの推進に幅広く寄与する課題であって、新たな科学技術を創造する基礎研究から出口を見据えた研究開発、人文・社会科学の側面からの取り組みを含め、世界的・国民的な課題の解決に貢献する挑戦的な取り組みを対象

# 科学的成果の創出（1）

## NEXT補助事業者の論文引用数（TOP1%、10%）

出版年	NEXT	FIRST	ImPACT	SIP	CREST	ERATO	科研費 （注2）
2009年	-	8	-	-	1,504	465	14,726
2010年	-	191	-	-	1,572	403	16,294
2011年	264	595	-	-	1,757	421	18,112
2012年	676	1,006	-	-	1,828	405	19,740
2013年	821	1,152	-	-	1,870	347	21,614
2014年	778	1,035	8	2	1,882	368	21,919
2015年	507	504	114	134	1,876	466	22,970
2016年	314	222	346	333	2,050	438	26,495
2017年	229	135	518	497	2,693	468	31,988
2018年	123	146	412	482	2,407	363	29,337
合計	3,712	4,994	1,398	1,448	19,439	4,144	223,195
Top1%論文割合 (2009-17年)（注3）	2.0%	3.0%	1.7%	1.9%	1.5%	2.8%	0.8%
Top10%論文割合 (2009-17年)（注3）	17.1%	20.4%	17.0%	11.1%	13.9%	18.3%	9.9%

Web of Scienceで各資金制度への謝辞がある論文数の推移

注1) 全てArticle, Letter, Review, Proceedings Paperのみの集計。

注2) 科研費は謝辞に「KAKENHI」等の名称の記載がある論文のみを測定しており、JSPSとしか書いていないものは含めていない。

注3) 出版年が最近の論文はまだ引用が多くはなされないため、最近の論文しかないファンドは割合が低くなる傾向がある。

注4) CREST, ERATOでは著者住所にJSTの記載を求めているため、これらを「著者に独法を含む論文」には含めていない。

(出典：ImPACT終了時評価報告書)

### <ポイント>

- ✓ Top1%論文、Top10%論文の割合が他プログラムに比肩する又は上回っている。
- ✓ 「世界をリードすることが期待される潜在的 possibilityを持った研究者」を支援するという本プログラムの目的は十分に達成できたものと評価できる。

# 科学的成果の創出（2）

## NEXT補助事業者の論文発表数



### NEXT補助事業者の論文発表数の年次推移

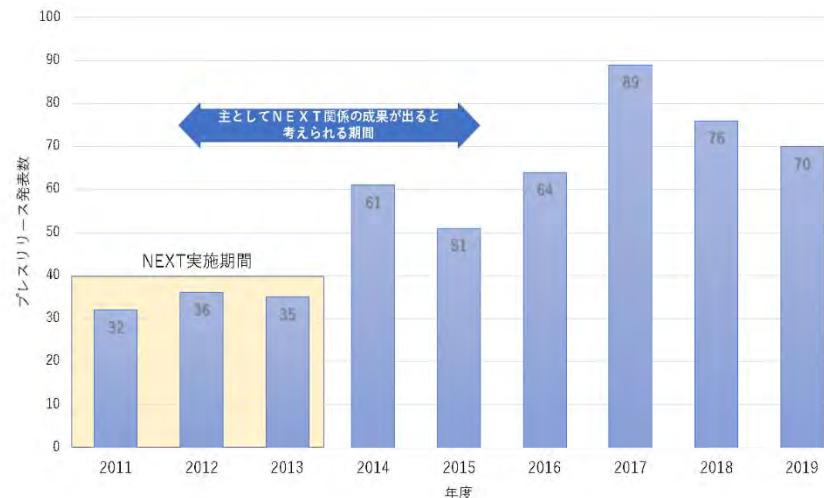
注) 標本となる人数が少ない項目もあることに留意。

(出典：内閣府が調査結果等に基づき作成)

#### <ポイント>

- ✓ NEXTプログラム期間中に論文発表数がやや増加。
- ✓ その後は、横ばいの傾向

## 重要な研究成果を得た場合に行う プレスリリース



### NEXT補助事業者の成果発表のプレスリリース (申告のあった者のみ)

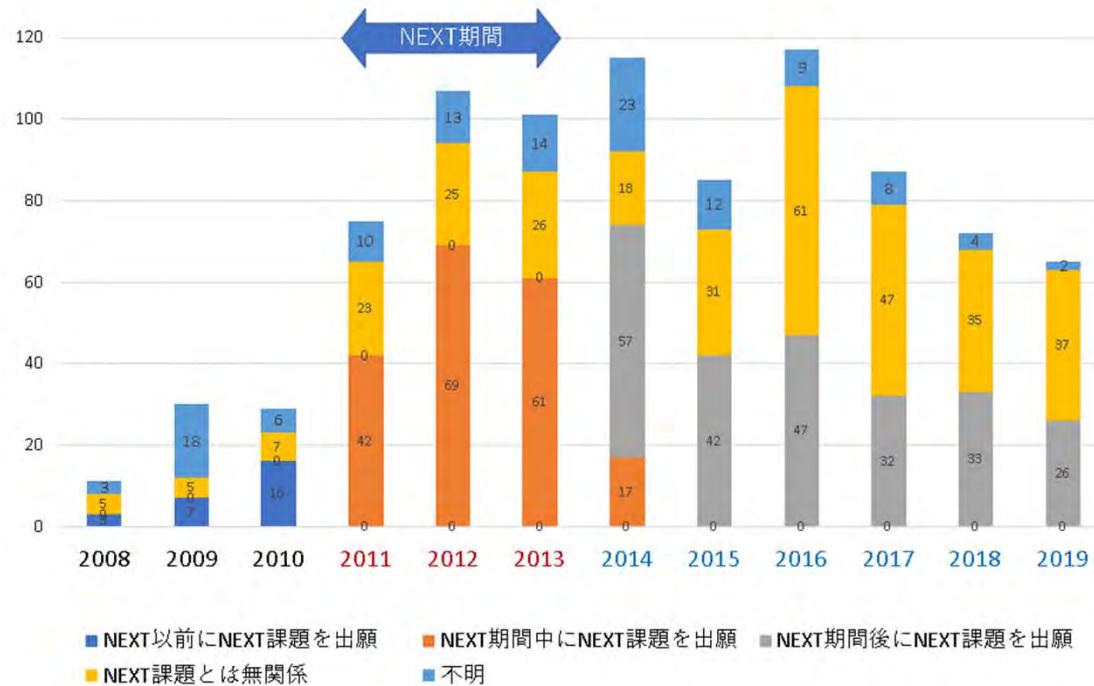
(出典：内閣府が調査結果等に基づき作成)

#### <ポイント>

- ✓ プレスリリースの回数は、NEXT終了後に実施期間の発表数以上
- ✓ 事業終了後にも積極的に研究成果を社会に展開している。

# 知的財産権の権利化及び実施

## NEXT補助事業者の知的財産の出願状況

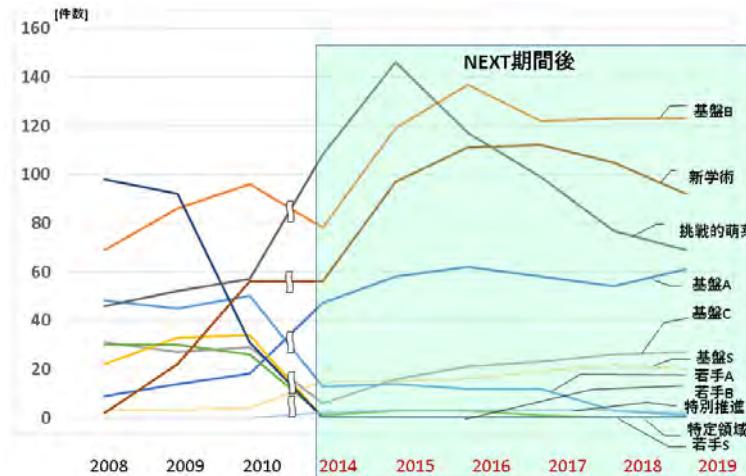


### <ポイント>

- ✓ NEXTプログラム期間後も高水準の特許出願が行われた。
- ✓ グリーン分野、ライフ分野ともに特許出願がなされた課題が全体の6割を占めたことは一定程度の成果があると評価できる。

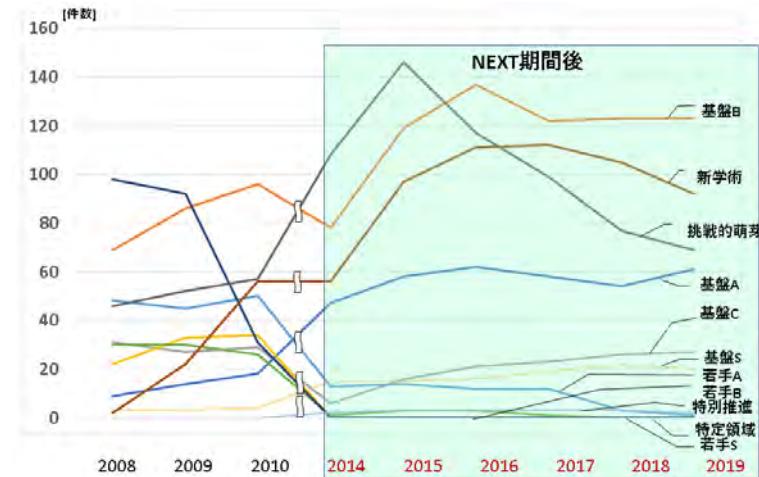
# 競争的資金の獲得状況

## NEXT補助事業者の資金獲得実績



NEXT補助事業者の科学研究費補助金獲得実績（代表者のみ）

(出典：内閣府が調査結果等に基づき作成)



NEXT補助事業者のJSTの競争的資金獲得実績(代表者のみ)

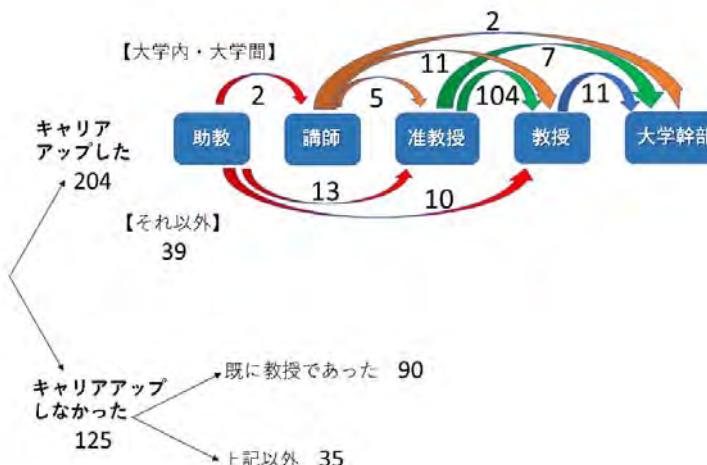
(出典：内閣府が調査結果等に基づき作成)

### <ポイント>

- ✓ NEXT後はJSPSの事業（特別推進研究や基盤S）やJSTの事業（未来社会創造やERATO、CREST等）に移行する傾向。
- ✓ 予算規模がより大きい研究プロジェクトなど積極的に競争的資金を確保している。

# 研究者のキャリアパス形成

## NEXT補助事業者のキャリアアップ状況



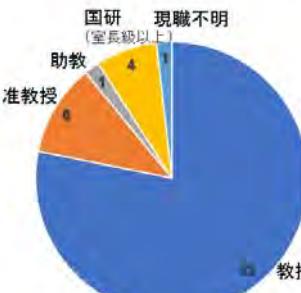
※1 キャリアアップした者のうち「それ以外」は、国立研究開発法人関係などに所属する補助事業者

※2 追跡調査の結果と公開情報を元に、全補助事業者の現職を調査して算出

NEXT補助事業者本人の  
キャリアアップの状況

(出典：内閣府が調査結果等に基づき作成)

2008-2010年度にさきがけに参加していたNEXT補助事業者(55名)の現職



左記NEXT補助事業者と同じ21領域に所属していてNEXTを受給していない研究者(672名)の現職



さきがけの同一領域に参加していたNEXT補助事業者とNEXT非受給者の現職の比較

(出典：内閣府が調査結果等に基づき作成)

### <ポイント>

- ✓ 全体の約3分の2がキャリアアップしている（公募開始時点で既に教授になっていた場合を除くと、キャリアアップしていない者は10%程度に留まる）。
- ✓ 現職の教授比率は、NEXT補助事業者の方が非受給者よりも高い。  
(さきがけ同一領域参加者のうち、NEXT補助事業者は80%、非受給者は42%)

# 事後評価の妥当性の評価

## 事後評価の以下項目について妥当性を評価

### 事後評価の項目

#### <制度設計>

- ア 対象研究者の要件設定
  - ・若手研究者、女性研究者
  - ・地域の研究機関で活躍する研究者
- イ 研究課題
- ウ 研究助成金の規模とその成果
- エ 研究助成金の基金化、柔軟性の高い精度
- オ プログラム実施期間の設定

カ 重複受給制限の設定

- キ その他の要件
  - ・国民との科学・技術対話の義務化
  - ・成果の公開や情報発信の推進

#### <制度運用>

- ア 公募及び採択の手続き
- イ 進捗管理及び中間・事後評価のプロセス



### <妥当性の評価の結果>

- ✓ 追跡調査では、「プログラム実施期間の見直し」、「重複受給制限の見直し」、「研究者間の交流の不足」、「ライフイベントに対応した柔軟な制度設計の必要性」など、改善を求める意見もあった。
- ✓ これらは事後評価における指摘と概ね合致しており、事後評価は概ね妥当であったと判断できる。
- ✓ また、今回の追跡調査では、「流動性の高い地域研究者の育成・定着の難しさ」、「自然科学と人文社会科学との交流」、「事業終了後の支援の不足」など、事後評価時点には指摘できなかった論点も明らかとなった。

# 今後の施策に向けて留意すべき視点（1）

評価結果を踏まえ、今後、若手研究者／女性研究者等を支援する施策を検討・実施する際に留意すべき視点は以下の通り。

## ○総合的かつ長期的な視野による若手研究者／女性研究者等の支援

- ・今後、政府として若手支援をする際には、若手人材だけに着目するのではなく、そこで成果を生んだ人材が将来、若手世代を経て中堅以降の世代になることも見据えて、研究者のキャリアパス全体を俯瞰して、適切な規模・額の支援の在り方を一体的に考えることが必要であり、各世代の研究環境等の特徴を踏まえつつもシームレスな支援を検討していくことが重要である
- ・今後、女性研究者への同種の支援がなされる場合には、特に、ライフイベントを考慮した年齢要件の柔軟な運用等が有効であると考えられる。
- ・若手は流動性が高く、地域限定にすることは若手への足かせになるおそれもあり、地域での研究者の育成・定着の難しさもあることから、今後、地域の研究者を支援する際には、資金制度の目的や効果、地域産業との連携を含めた研究内容をしっかりと精査していくことが必要である。
- ・研究者の育成に当たっては、関係省庁、資金配分機関、所属機関等の関係者が緊密に連携しつつ、総合的かつ長期的な視野をもって人材育成の仕組みを検討していくことが重要である。

## ○所属機関や資金配分機関による支援の充実

- ・資金支援・人材派遣・情報提供なども含めて所属機関が円滑に支援できるような仕組みにするとともに、所属機関の支援へのインセンティブ向上の仕組みも重要である。例えば、研究者個人の評価と切り離して、所属機関による支援を積極的に評価するなどの措置も考えられる。
- ・所属機関のみでは支援が困難なものについては、資金配分機関が横ぐしで支援するとともに、所属機関と資金配分機関が連携しつつ、総合的な支援を充実していくことも重要である。
- ・研究者間の交流をはじめとする種々の支援をする際には、複数の資金配分機関が連携し、グッドプラクティスや専門人材・ネットワークを共有しつつ効果的かつ効率的に支援をしていくような複数機関の協力体制を構築していくことも有効であると考えられる。

# 今後の施策に向けて留意すべき視点（2）

## ○研究者の自由な発想を生かせる柔軟性のある広いテーマ設定や研究交流の促進

- ・出口を見据えつつも、研究者の自由な発想を十分に發揮して研究ができるようにするために、柔軟性のある広いテーマの設定をするとともに、十分なプログラム実施期間の確保や目利き機能等の支援をしていくことが重要である。
- ・NEXTでは人文社会科学系と自然科学系の研究の交流の仕組みはなかったが、現在では社会課題からのバックキャストに基づく研究実施など、社会課題解決型の研究開発の実施や、研究成果の円滑な社会実装が求められており、今後は双方の積極的な交流の仕組みも検討する必要がある。

## ○研究者にとって柔軟性の高い制度の設計

- ・研究成果を最大化できるよう研究助成金の基金化や基金を活用できる期間の弾力化など柔軟性の高い制度の設計に努めていくことが重要である。
- ・年度をまたぐ産休・育休等を取得すると、研究支援者の雇用を中断せざるを得なかつたとの意見もあったことから、研究者本人のライフイベントはもとより、その影響を受ける周辺の研究支援者にも配慮した制度設計を行うことが重要である。
- ・経済・産業の急変や災害、ライフイベント等、予見しえなかつた変化に対して、画一的なルールに基づくものではなく、一つ一つの状況にきめ細かに対応して、研究計画の変更や研究費の増額、期間の延長等を可能とする柔軟な制度運用も重要である。

## ○単発的な施策ではない継続的・安定的な支援

- ・単発的な施策にならないように、関係府省が連携して、研究者のステージに合わせて切れ目なく継続的・安定的に支援するように、国内の人材育成にかかる施策・プログラムの調整が必要である。
- ・研究期間を長期化する場合には、ステージゲート方式を設けて予算執行や予算継続にメリハリをつける、あるいは、助成終了後に研究成果を民間企業等に受け渡す期間やまたはベンチャー起業をサポートする期間（とともに必要な経費）を設けるなどして追加的に支援する方策も重要である。
- ・研究成果に基づく知的財産の権利化、国際標準化等を推進し、社会実装を進めるためには、事業期間を越えてそれらを行う必要があることから、事業終了後のフォローをしていくことも重要である。

# 今後の施策に向けて留意すべき視点（3）

## ○重複受給制限や研究専従率の合理的かつ柔軟な設定

- ・過度の研究費集中の排除や研究専従率の確保は必要であるものの、長期的かつ安定的な研究活動や人材育成に配慮して、重複受給制限や研究専従率を合理的かつ柔軟に設定していくことが重要である。
- ・研究者が研究に集中できる環境を整備するため、採択された研究者の支援（他業務の軽減、支援者の配置など）を所属機関に求めることや、この支援体制を別に評価していく仕組みも有効であると考えられる。

## ○国民との科学・技術的対話やELSIへの対応

- ・研究者が研究に専念しつつ科学・技術的対話を円滑に実施できるようにするためにも、所属機関あるいは資金配分機関等による支援体制の整備が期待される。
- ・科学・技術的対話とともに、ELSIの視点や、研究成果の実装のためのエンゲージメント（研究者以外の人と協働して研究計画の設計や成果の受け渡し計画を行う）の視点に基づく取組も、それぞれの研究課題にあわせて計画していくことも重要である。

## ○制度運用プロセスの合理化（公募・採択・評価等）

- ・公募・採択プロセスに当たっては、事前に十分な独立性と権限を付与した審査体制を整備するとともに、明確な審査基準を整備・公表した上で、研究者の雇用や流動性も考慮して適切なスケジュールを設定して、効率的な審査を行うことが重要である。
- ・評価結果が研究内容の改善に十分に生かされるようにするため、評価の方法や時期については事前に十分に検討するとともに、評価プロセスが現場への過度の負担にならないようにするためにも、個々の評価プロセスの意義や必要性について精査して、評価の在り方を検討しておくことが重要である。
- ・若手の自由な発想を尊重するのであれば、評価は査定でなく支援的・メンタリング的・あるいは若手間で相互に建設的に批判をしあう場を作り議論をするような形式にすることも有効である。

# まとめ

## 「研究者の育成、経済社会に貢献」

- ✓ 追跡調査の結果、事業が終了して5年が経過した現在において、当時参加した若手研究者／女性研究者等の多くが教授職等として活躍する、あるいは更に発展した研究成果を創出するなど、N E X Tは研究者の育成に大きく貢献したと考えられる。起業等により事業化・産業化に成功した研究成果もあり、経済社会の発展にも大きく寄与している。
- ✓ これらを踏まえると、「世界をリードすることが期待される潜在的可能性を持った研究者」を支援するという本プログラムの目的は十分に達成できたものと評価できる。

## 「事後評価は概ね妥当」

- ✓ 上記のような成果がある一方で、「プログラム実施期間の見直し」、「重複受給制限の見直し」、「研究者間の交流の不足」、「ライフィベントに対応した柔軟な制度設計の必要性」など、改善を求める意見もあった。これらは事後評価における指摘と概ね合致しており、事後評価は概ね妥当であったと判断できる。
- ✓ また、今回の追跡調査では、「流動性の高い地域研究者の育成・定着の難しさ」、「自然科学と人文社会科学との交流」、「事業終了後の支援の不足」など、事後評価時点には指摘できなかつた論点も明らかとなつた。

## 「今後の施策に向けて留意すべき視点」

- ✓ 今後、若手研究者／女性研究者／地域研究者を支援する施策を検討・実施する際に留意すべき視点は以下の通り。  
＜留意すべき視点＞
  - 総合的かつ長期的な視野による若手研究者／女性研究者等の支援
  - 所属機関や資金配分機関による支援の充実    ○研究テーマ設定や研究交流の促進
  - 研究者にとって柔軟性の高い制度の設計        ○単発的な施策ではない継続的・安定的な支援
  - 重複受給制限や研究専従率の合理的かつ柔軟な設定    ○国民との科学・技術的対話やELSIへの対応
  - 制度運用プロセスの合理化（公募・採択・評価等）

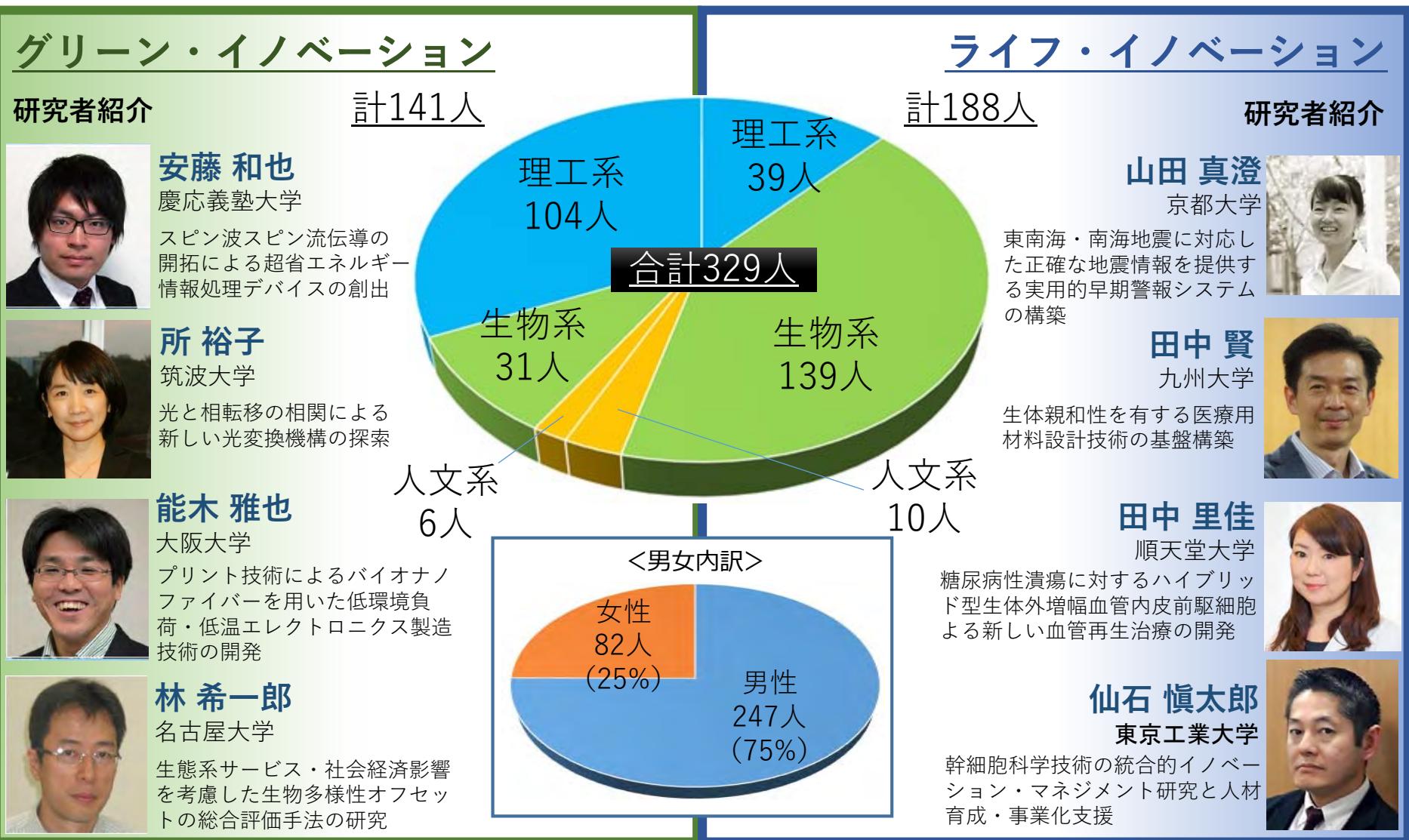
**<参考>**

**N E X T 参加研究者の  
研究進展状況（事例）**

# (参考) 最先端・次世代研究開発支援プログラム(NEXT)

将来、世界をリードすることが期待される潜在的可能性を持った若手、女性及び地域の研究機関等で活躍する研究者の支援を目的にプログラムを推進。

H22-25年度、329課題、研究費総額500億円



課題番号：GR006

グリーン・イノベーション  
理工系

## スピニン波スピニン流伝導の開拓による超省エネルギー情報処理

### デバイスの創出

安藤 和也 慶應義塾大学理工学部 准教授

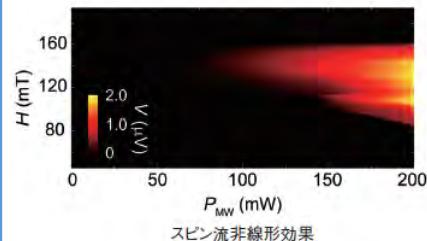
(採択時: 東北大学金属材料研究所 助教)



#### 【NEXT終了時の研究成果】

##### 絶縁体中の非線形スピニン流効果発見

エレクトロニクス機能の多くは非線形性によって実現されている。本研究によりスピニン流の非線形現象が明らかとなり、スピニン流の増幅・制御へのルートが拓けた。

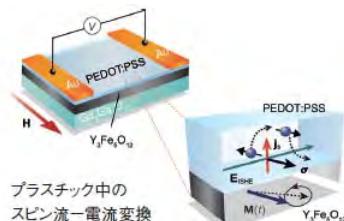
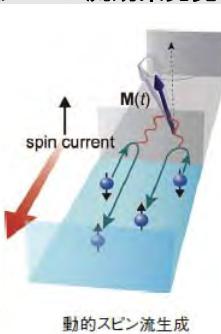


##### プラスチックスピニトロニクスの開拓

電気を流すプラスチック中で磁気の流れが電気信号に変換される現象を発見。さらにプラスチック中のスピニン緩和機構を解明した。これにより有機材料を利用した「プラスチックスピニトロニクス」の発展が期待される。

##### 絶縁体中の非線形スピニン流効果発見

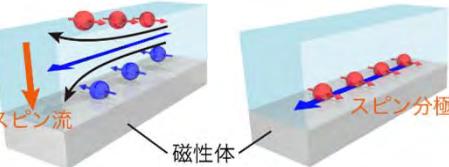
あらゆる物質へのスピニン注入を可能とする電界制御可能なスピニン注入手法を確立した。これによりスピニトロニクス材料選択の幅が劇的に広がり、スピニン物性研究の基盤を構築した。



#### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

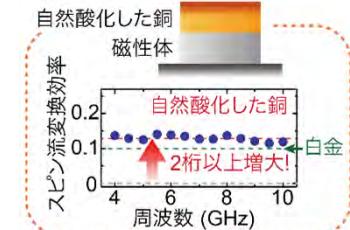
##### 現在までの研究成果

NEXTでの研究に引き続き、スピニン流が誘起する新現象・新物性の開拓により、スピニン流に基づく次世代電子技術の物理基盤構築を目指した研究を進めている。



##### スピニン流生成効率の劇的増大現象を発見

ありふれた金属である銅のスピニン流変換効率が、自然酸化するだけで2桁以上も劇的に増大することを見出した。これにより、自然酸化した銅が、スピニトロニクスで最も広く用いられている白金を凌駕するスピニン流源となることを明らかにした。



##### 分子を用いたスピニトロニクス現象の制御原理開拓

金属表面への自己組織化有機単分子膜形成が電子スピニン伝導に強い影響を与えることを見出し、光照射による分子構造変化を介することで、スピニン流変換現象の光制御さえ可能となることを明らかにした。これにより、スピニトロニクスにおける分子利用の新たな可能性が開かれた。

##### 主な受賞歴

2020年 日本学術振興会賞

#### 【今後の展開】

スピニン流は電流が直面してきたエネルギー損失の問題を解決し、電流では実現し得ない新規な機能を持つ電子デバイス構築を可能とする。スピニン流物理の基礎研究によりスピニン流デバイスの基本原理が確立され、国際的に競争の熾烈な次世代エレクトロニクス技術のコアとなることが期待される。

課題番号：GR023

グリーン・イノベーション

理工系

## 光と相転移の相関による新しい光変換機構の探索

所 裕子

筑波大学数理物質系 教授

(採択時：東京大学大学院理学系研究科化学専攻 特任助教)



### 【NEXT終了時の研究成果】

#### 強い磁気異方性を示す光磁性錯体

CoW(ピリミジン)(4-メチルピリジン)オクタシアノ錯体を新規に合成し、光で非磁石(常磁性)状態から磁石(強磁性)状態に相転移することを見出した(図1)。磁石状態の強磁性相転移温度は48 K、保磁力は27000 Oeを示し、これまでの同種の光磁性体の中で最も大きな値を示した。これは、本物質の磁気異方性が著しく強いため、実現できたと考えている。

#### 負熱膨張を示す金属錯体薄膜

サブミクロンサイズのRbMnFeヘキサシアノ金属錯体を新規に合成し、この分散液をスピンドルコートすることにより薄膜化した。この薄膜は15–300Kという広い温度範囲で負熱膨張を示す、初めての負熱膨張薄膜材料であった。

#### スピン転移に基づく光磁性錯体

FeNbオクタシアノ金属錯体を新合成し、光照射でスピン転移を引き起こし、非磁石状態(常磁性)から磁石状態(強磁性)へ転移する、新しいメカニズムの光磁性現象を見出した。

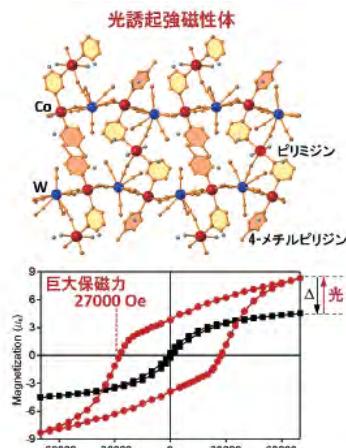


図1 強い磁気異方性を示す光磁性体CoW(ピリミジン)(4-メチルピリジン)オクタシアノ錯体の結晶構造(上)と光誘起巨大保磁力(下)。

### 【今後の展開】

本研究では、光相転移にもとづく光変換機構を利用し、新奇な物性・先端的な機能を示す物質の開発を行った。今後は、本研究成果で得た知見をベースとし、光以外の圧力や電流などの外場と相転移の相関にも着目し、外場応答型変換機構の学術的解明と機能性物質の開発を進めていく予定である。その結果、例えれば、ありふれた元素からなる外場応答型相転移物質や希望する性能を示す機能性物質が合理的に設計・提案されるようになるなど、環境・人体に優しい外場応答機能性材料の開発技術の確立へと展開していくと思われる。

### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

#### 今までの研究成果

#### 圧力応答型蓄熱機能物質の開発

ストライプ状のラムダ型五酸化三チタンを合成し、永続的に熱エネルギーを保存でき、圧力などの外部刺激に応答して熱を吐き出すという、新しいタイプの外部刺激応答型の蓄熱物質を開発した(図)。これは、圧力と相転移による変換機構を利用した機能性であった。外部刺激に応答する蓄熱酸化物という発想は初めてであり、廃熱の再利用などに有効な省エネ技術として期待され、産業界にも大きなインパクトを与えた。

#### 相転移の理論予測

理論計算で相転移の有無を予測できれば、将来の機能性材料の設計開発に役立つと考え、研究を行った。理論計算で得た熱力学パラメーターを用いて相転移の有無を議論し、機能性相転移物質の開発に向けた計算予測スキームを構築した。

#### 主な受賞歴

2020年 第1回日本物理学会米沢富美子記念賞

2018年 野口遵賞

2016年 第19回丸文研究奨励賞

2016年 ドイツ・イノベーション・アワード:ゴットフリード・ワゲル賞

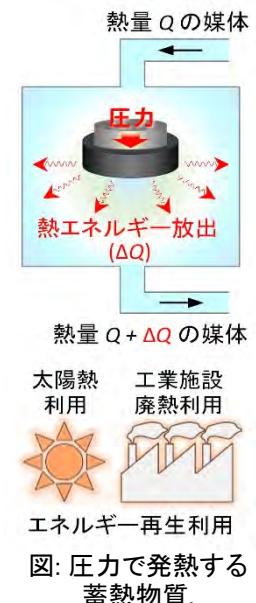


図: 圧力で発熱する蓄熱物質。

#### 主なメディア掲載

2015年5月12日 時事通信「蓄熱できるセラミックス発見」

2015年5月13日 日経産業新聞「蓄熱できるセラミックス 排熱の回収などに活用」

2015年5月21日 読売新聞「長期蓄熱セラミックス発見」

課題番号：GS017  
グリーン・イノベーション  
生物系

プリント技術によるバイオナノファイバーを用いた低環境負荷・低温  
エレクトロニクス製造技術の開発  
能木 雅也 大阪大学 産業科学研究所 教授  
(採択時：大阪大学 産業科学研究所 助教)



### 【NEXT終了時の研究成果】

#### 透明な紙

2000 年前に中国で発明されて以来、ずっと白かつた紙が「透明」になった。その性能は、プラスチックを超えて、ガラス並み。原料は樹木、持続的に供給可能なグリーン材料である。  
詳細情報はコチラ→  
<http://www.nogimasaya.com/next/transparent/>



#### 太陽光発電する紙 ～持ち運んで、どこでも発電～

阪大産研 辛川先生との共同研究において、太陽光で発電する紙を開発した。軽くてフレキシブルなので、ポケットやリュックに入れて、いつでもどこでも発電可能である。

#### ペーパートランジスタ ～巻物ディスプレイまであと少し～

NHK 放送技術研究所との共同研究において、透明な紙のうえに有機トランジスタを搭載した。この成果は、ペーパーディスプレイの未来に向けた大きな一步である。将来は、紙を使ったペーパースマートフォンが登場し、紙のうえでテレビや映画、インターネットが楽しめるかも知れない。

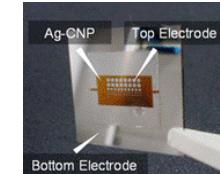


### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

#### 今までの研究成果

##### ペーパーメモリ

2014-2018年度に実施した科研費(基盤S)において、不揮発性ペーパーメモリーを世界で初めて開発した。紙は、これからデジタル情報化社会においても、記憶媒体として重要な役割を担い続ける。



##### 回収不要、「土に還る」IoTデバイス

このデバイスは、市街地のみならず、農地や森林などあらゆるシーンで湿度などの環境情報をモニタリングし、その情報をワイヤレスで発信する。そして、このデバイスは紙(セルロースナノファイバー)と金属、石ころ(鉱物)という自然の恵みだけで作られている。したがって、使い終わった後に自然環境へ放置・流出されても、1ヶ月程度で「土に還る」という特徴がある。



##### 主な受賞歴

2019年 セルロース学会 林治助賞  
2015年 朝日新聞社 朝日21関西スクエア賞

##### 主なメディア掲載

2020年1月16日朝日新聞「土に還る紙でIoT機器 回収難しい場所で湿度測定」  
2019年12月16日 NHK おはよう日本「土にかかるセンサー」開発  
2019年12月6日日本経済新聞「阪大、「土に還る」IoTデバイス開発 災害で活用」

### 【今後の展開】

スマートフォンやタブレットをはじめとする電子デバイスは「壊れることなく、長い間、使用できること」に重点を置いて開発されている。しかし街中や畠、森林など様々な場所へ無数に設置する必要のあるIoTデバイスにおいて、いつまでたっても壊れないという特徴は、使用後の回収や環境への負担というデメリットをもたらす。私たちが目指すペーパーデバイスは、「使用後に速やかに分解する」ことで自然のサイクルと調和し、回収困難な場所に無数に設置可能な分解性IoTデバイスという新しいコンセプトを持つ。このコンセプトを達成するうえでの必須要素が「紙」であり、紙の良さを活かした電子デバイスの一例として、持続可能かつ環境負荷の低い「ペーパーエレクトロニクス」関連研究を更に加速させる。

課題番号：GZ003  
グリーン・イノベーション  
人文社会系

## 生態系サービス・社会経済影響を考慮した生物多様性オフセットの総合評価手法の研究

林 希一郎 名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授  
(採択時：名古屋大学 エコトピア科学研究所 教授)



### 【NEXT終了時の研究成果】

#### 生物多様性・生態系サービスの総合評価

生態系サービス予測モデル、生物生息適地ポテンシャルGIS評価、意識調査を用いた社会的価値評価等の組み合わせにより、網羅的かつ総合的に生物多様性・生態系サービス評価を行った。また、単位の異なる生態系サービスに対して、主観的重要性の概念を導入し、多数の生態系サービス要素間の重みを算出し、多様な生態系サービスの総合評価に活用した。

#### 文化的生態系サービス評価手法の検討

山間部森林や都市森林を題材として、従来研究が少ない文化的生態系サービスに着目し、評価手法の開発や生態系サービスの総合評価を行った。

#### 既存の生物多様性評価手法の検証

森林生態系に着目する豪州のハビタット・ヘクタール手法、バイオバンкиング評価手法等の諸外国の生物多様性評価手法について、日本の二次林への適用可能性を検討するために、多様度指数・類似度指数、森林生態に関する基礎情報、空間構造に関する指標等の多様な評価軸との比較検証を実施した。



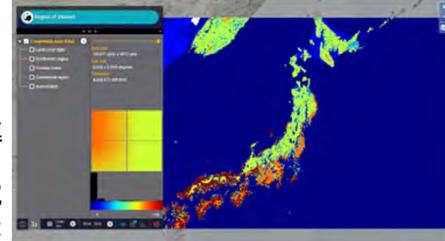
### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

#### 今までの研究成果

これまでに開発してきた総合評価手法をベースとして、現在、スペインのBC3(Basque Centre for Climate Change)他との国際共同研究として、生態系サービス統合評価を行うためのwebGIS型自律型解析システムに関する研究を行っている。このシステムは、日本全体やグローバルの生態系サービスや環境システム評価をwebのブラウザーのようなインターフェースで簡易に行うことができるものである。

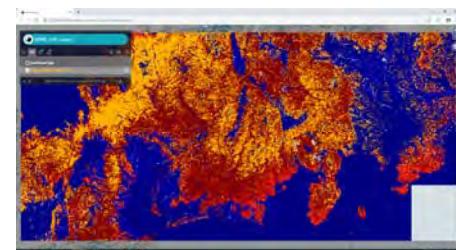
#### 社会実装

上述の評価ツールの基盤プラットフォームはBC3が主体となり開発を進めており、当該ツールはBC3のHPを通じて公開されている。筆者らの研究グループでは日本モデルや再生可能エネルギーモデルの開発を行っている。



#### 主な受賞歴

- 2015年 日本環境共生学会  
環境活動賞  
2015年 ISERD Award of Excellent paper



### 【今後の展開】

資源・環境制約がより厳しくなり、生物多様性や生態系サービスなどの自然の恵みの適切な評価へのニーズが高まる中、これらの評価手法の基本概念が国際的に浸透し、自然保全と社会経済活動との両立を図っていく上で有効に活用されていることが期待される。今後は、上述の各種の評価モジュールを統合し、生態系サービスやエネルギー・環境を統合評価できるようなモデル開発を進める予定である。

課題番号：LR020  
ライフ・イノベーション  
理工系

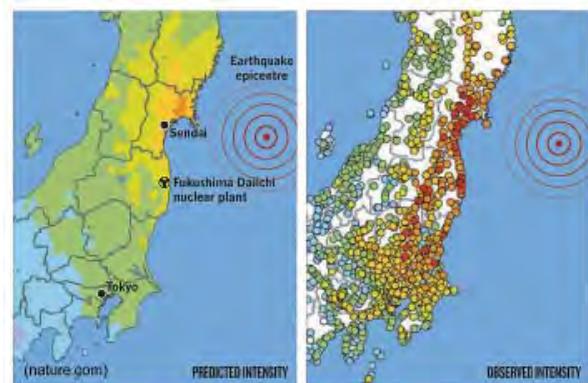
東南海・南海地震に対応した正確な地震情報を提供する実用的早期警報システムの構築  
山田 真澄 京都大学防災研究所 助教  
(採択時：京都大学防災研究所 助教)



### 【NEXT終了時の研究成果】

#### 余震に対する適切な緊急地震速報

東北地方太平洋沖地震の直後、現在の緊急地震速報では、2つの地震を分離できずに1つの地震として解析し過大な予測をしてしまったが、新しく開発した手法では適切に2つの地震として推定できる。この成果により、大地震直後の緊急地震速報の誤報が大幅に軽減できる。



東北地方太平洋沖地震において、緊急地震速報により推定された震度（左）と実際の震度（右）

#### 大地震に対する予測震度の精度向上

現在の緊急地震速報の手法は、大地震の時は予測震度が過小評価になる問題がある。本研究では、断層のどこが破壊しているかをリアルタイムで推定する手法を開発した。この成果により、予測震度の精度を向上させることができる。

### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

#### 今までの研究成果

緊急地震速報は、地震のP波をいち早く検知して強い揺れの前に地震の発生を知らせる、地震の即時情報である。2011年に発生した東北地方太平洋沖地震により、緊急地震速報の誤報が多数発表された。本研究では気象庁と共同で新しい手法を開発し、誤報の9割を減らすことに成功した。

#### 社会実装

本研究で開発した手法は2016年12月に気象庁の緊急地震速報に実装され、その後精度は90%まで改善した。本手法の実装により、緊急地震速報の精度が向上し、気象庁が国民により正確な地震情報を発信することが可能となった。

#### 主な受賞歴

- 2017年 気象庁長官表彰
- 2017年 科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞
- 2016年 日本地震学会・論文賞
- 2016年 日本地震工学会・論文賞
- 2012年 第4回関西スクエア賞

### 【今後の展開】

揺れの前に地震の発生を知らせる緊急地震速報は、日本の高い情報伝達技術と高密度の地震観測ネットワーク、地震学の発展によって可能となった。この技術を応用して、地震だけでなく、地面の揺れ（地震動）を生じる様々な現象（地すべり、土石流、隕石、爆発、核実験等）のリアルタイムモニタリングも期待される。

課題番号：LS017

ライフ・イノベーション

生物・医学系

## 生体親和性を有する医療用材料設計技術の基盤構築

田中 賢

九州大学先導物質化学研究所 教授

(採択時：山形大学大学院理工学研究科 教授)



### 【NEXT終了時の研究成果】

#### 生体親和性を有する医療用材料設計のための基礎技術の確立

世界で初めて得られた、材料に形成される水和状態に着目した医療材料設計指針である独自の中間水コンセプトに基づき、複数の新規モノマーおよび生体親和性高分子の合成に成功した。

	不凍水	中間水	自由水
天然高分子 (タンパク質、多糖、核酸など)	○	○	○
合成高分子	生体親和性あり	○	○
生体親和性なし	○	—	○
固体NMR測定による 水分子の緩和時間 $\tau_1$ (s)	$10^{-8} \sim 10^{-6}$	$10^{-10} \sim 10^{-9}$	$10^{-12} \sim 10^{-11}$
高分子鎖への結合力	強	中	弱
温度変化による 相転移特性	0°Cおよび 0°C以下で 凍結しない	0°Cで 凍結しない 0°C以下で 凍結する	0°Cで 凍結する

高分子材料に含水した水の分類。生体親和性に優れた材料には共通して中間水が観測されることが分かる。

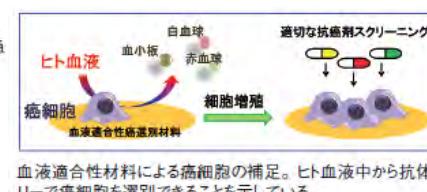
材料に水を含ませると、運動性が高い“自由水”と、材料に強く結合する“不凍水”に分かれる。さらに、材料の種類によっては自由水と不凍水の中間に性質を示す“中間水”が出現する。

#### 選択的な細胞接着性を示す抗血栓性高分子材料の開発

中間水量を制御することで、抗血栓性高分子に癌細胞が接着することを見出し、スマートバイオマテリアルの新しいカテゴリーを確立した。

#### 産官学医工学連携による製品開発

副作用なく、細胞の接着、増殖、運動、分化、機能を制御できる材料の開発を行った。今まで達成したことのできなかった血管再生用デバイスや、癌診断・治療技術の開発が進行中である。また、癌細胞や幹細胞を選択的に採取する技術を開発することにより、病気の診断や個々の患者に適した治療応用を進めている。



血液適合性材料による癌細胞の捕捉。ヒト血液中から抗体アッパーで癌細胞を選別できることを示している。

### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

#### 現在までの研究成果

- ・科研費新学術領域研究「水圈機能材料：環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成」が2019年に採択され、基礎学理面でステージアップした。
- ・次世代の人工肺などの医療機器用の抗血栓性高分子開発が進展している（2020年5月10、11日 日本経済新聞）。

#### 社会実装

- ・がん細胞の選択的分離技術（日本経済新聞2018年5月2日）に関して、ベンチャー企業設立の準備を進めている（2019年6月25日日刊工業新聞）。
- ・民間企業との連携により、新規生体親和性合成高分子の設計、合成、開発に成功し製品化（2019年8月20日化学工業日報）を行った。
- ・胆管ステントの製品化のための厚生労働省への申請準備を進めている。

#### 主な受賞歴

- 2019年 市村学術賞功績賞  
2016年 International Association of Advanced Materials Scientists Award  
2016年 九州大学研究活動表彰

#### 主なメディア掲載

- 2020年5月11日 日本経済新聞朝刊  
「人工肺の血栓原因解明 コロナ重症患者治療の弱点」  
2020年5月10日 日本経済新聞電子版  
「人工心肺エクモの血栓、発生原因を解明」  
2019年8月20日 化学工業日報 「中間水で血液凝固抑制 医療機器などへ」  
2019年6月25日 日刊工業新聞 「九大の癌診断研究プロジェクトに出資」  
2018年5月2日 日本経済新聞 「癌細胞を効率検出、九大コスト1/100に」

### 【今後の展開】

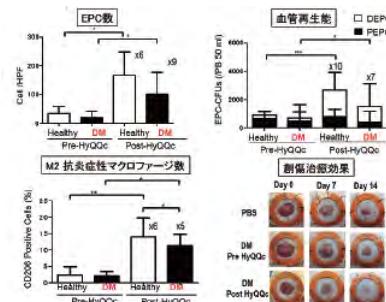
NEXT研究時に出願した中間水コンセプトに関する基本特許が成立した（特許6474540（2019））。水が存在する環境で使用されるより優れた生体親和性、イオン電導性、刺激応答性、自己修復性、力学応答性などを併せ持つ多機能材料の設計が期待できる。また、ハイスクーループットな医療材料スクリーニング技術、医療機器の表面処理材、シグナルが高くノイズが小さい高感度センサー表面の提供が可能になる（関連成果：Science Advances 2018, 4, eaau2426; ACS Appl. Bio Mater. 2019, 2, 4154; Biomacromolecules 2019, 20, 2265など）。将来は、癌の診断を早期に・安全に・低コストで行い、適切な治療法へ結びつけることのできる個別化医療の実現に貢献できる。また、我が国の医療製品の輸入超過の改善、医療従事者（医師・技師・看護師）の負担改善、医療費の削減に貢献できる。



### 【NEXT終了時の研究成果】

#### Hybrid 型無血清生体外培養増幅法 (HyQQc 法) の確立

少量の末梢血から十分量な機能的 EPC と抗炎症細胞 (M2マクロファージ) を増幅可能な HyQQc 法を開発した。HyQQc 法は糖尿病患者 EPC の機能障害を改善し、高い血管再生能と抗炎症効果と創傷治癒効果をもたらす細胞に培養増幅可能である。



† 週間の HyQQc 法は健常人 (Healthy) と糖尿病 (DM) 患者の EPC 数と M2 マクロファージ数と血管再生能を飛躍的に改善し、創傷治癒を促進することを示す。

#### 新・血管再生治療法の開発

既存の血管再生治療では患者に対する身体的負担が大きい骨髄穿刺やアフェレーシスを用いなければならなかったが、HyQQc 法を用いることで糖尿病患者末梢血 200cc から質と量の低下した EPC を採取し質と量の高い移植細胞を確保でき外来レベルで施行できる世界で初の低侵襲・高効果な血管・組織再生治療が実現可能となった。

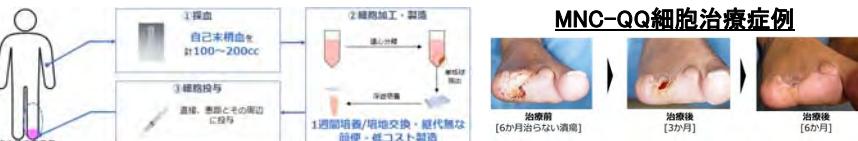


平成 26 年度からヒト幹細胞倫理指針に基づいた臨床研究を開始する。採血 200cc のみから細胞を採取し HyQQc 法を用いて機能的な細胞を増幅し難治性潰瘍患者さんに移植することで四肢を温存する新しい血管・組織再生治療を実施する。

### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

#### 今までの研究成果

HyQQy 法は、MNC-QQ 法に名を変更し、2014年にヒト幹細胞倫理指針の承認のもと難治性四肢潰瘍患者に対する臨床研究を開始、2015-2017年に AMED 再生医療実用化事業下にて合計 10 例を実施し、安全性と有効性を確認した。MNC-QQ 細胞を血管再生と創傷治癒能を有する再生医療等製品として薬事承認を得るため、2021 年度より治験を開始する予定である。



#### MNC-QQ 細胞治療症例

#### 社会実装

2017 年に株 ReEir (リエイル) を設立し、日本とアメリカで MNC-QQ 細胞の実用化・普及を目指す。

#### 主な受賞歴

2016 年 日本医師会医学研究奨励賞  
2020 年 東京都医師会医学研究賞奨励賞

#### 主なメディア掲載

2014年12月14日 BS-TBS 「まるわかり！日曜ニュース深堀り」、「糖尿病による足の壊死、血管の再生治療」  
2018年4月17日 NHK World Rica Tanaka, Growing New Vessels, Medical Frontiers,  
2020年2月6日 BS朝日 「命を救う！スゴ腕ドクター」  
2013年12月12日 読売新聞 「糖尿病 足は切らない」

### 【今後の展開】

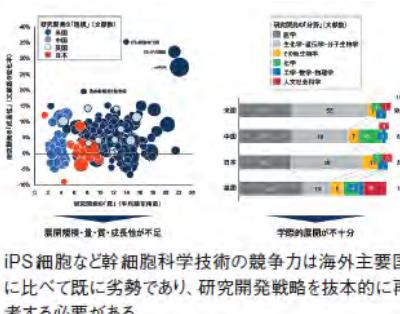
本技術は世界で初めて確立した、採血だけでできる高い血管再生・創傷治癒能を有する細胞再生治療である。現在までに、本技法を用いた血液、培養細胞の輸送技術を開発を行い、今後は世界的に本技法による再生治療を普及させる。本技術が確立できれば日本全国と世界中の糖尿病、虚血性・炎症性疾患の患者から血液を受注し低侵襲で高効果な血管・組織再生治療を多くの患者に提供することができる。



### 【NEXT終了時の研究成果】

#### 国家・大学・企業の研究開発力の戦略的評価手法の開発と評価

論文・特許等の文献情報を用いた計量書誌学的解析手法(記述統計、共引用構造・書誌結合、科学リンクエージ等)を、事業マネジメント・フレームワークに適用することにより、国家・大学・企業の研究開発能力を客観的かつ戦略的に評価する手法論を開発し、幹細胞分野について評価した。



#### 産学公連携コンソーシアム・アプローチの理論構築と実践展開

地域産業クラスターの国際比較や産学連携プロジェクトの事例研究をもとに、共同研究開発プロジェクトの参加主体間の最適分業体制および取引構造を評価した。その理解のもとに、我が国の事業環境に最適化された、統合的イノベーション・マネジメント・モデルを開発・提案し、幹細胞分野において実践した。



SSCIイニシアティブを通じ、統合的イノベーション・マネジメント研究のコンセプトを、理論構築－実践展開の共進のもと実証する。

### 【NEXT終了～現在までの進展状況(研究や社会実装等)】

#### 今までの研究成果

- 新たにヘルスケアICT(情報通信技術)を対象として、統合的イノベーション・マネジメント研究を展開し、人材育成・事業化支援を行っている。
- モバイルヘルス(mHealth)分野に着目し、本分野における技術、イノベーター、規制とイノベーション推進の関係性とその動態を、事例研究に基づき明らかにした(Onodera & Sengoku, *Int J Med Inform*, 2018).

#### 社会実装

- 幹細胞分野では、日本医療研究開発機構「再生医療の産業化に向けた細胞製造・加工システムの開発」に参画し、本研究成果をもとに、ヒト多能性幹細胞由来の再生医療製品製造システムの開発に従事した(図1)。
- ヘルスケアICT分野では、無人化施工の生産性向上のための生体情報の観測・分析評価システムの開発を実施している(図2)。



図1. 研究開発プロジェクト体制と開発要素

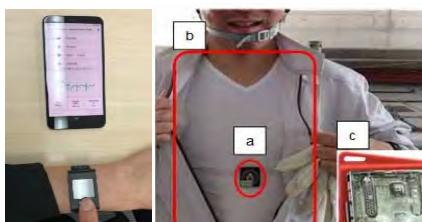


図2. 生体情報と作業品質・効率の計測システム(左)及び3軸加速度センサを搭載したウェアラブルデバイス(プロトタイプ、右)の開発。a. 測定用端末, b. ウェアラブルデバイス, c. 生体情報収集システム。

#### 主なメディア掲載

- 2020年2月15日 朝日新聞朝刊 (耕論)選択と集中、合理的?  
2016年6月29日 日経クロステック 製薬大手3社が語る、デジタルヘルスへの期待

### 【今後の展開】

本研究で提案した統合的イノベーション・マネジメント・モデルをもとに、幹細胞及び周辺科学技術分野における研究開発を活性化し、幹細胞イノベーション活動を支援する。本モデルを、ヘルスケアICT(情報通信技術)分野をはじめ、医療・ヘルスケア分野全般に展開し、日本発・世界初のイノベーションの具現化に貢献する。