

Title	技術予測で重要度の高い課題に関する科学技術白書の 施策の推移
Author(s)	岸本, 晃彦; 横尾, 淑子; 赤池, 伸一; 富澤, 宏之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 31: 656-659
Issue Date	2016-11-05
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/14034">http://hdl.handle.net/10119/14034</a>
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに 掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

## 2H04

### 技術予測で重要度の高い課題に関する科学技術白書の施策の推移

○岸本晃彦、横尾淑子、赤池伸一、富澤宏之（文科省・NISTEP）

#### 1. 背景・目的

第5期科学技術基本計画では、新たに主要指標を設定し、そのエビデンスに基づいて予算を含む政策が策定されることとなり、「政策のための科学」において、我々が今まで進めてきたエビデンスに基づく政策策定のための「データ・情報基盤」の構築がますます重要となってきた。NISTEP から公開しているデルファイ調査検索[1]の予測には、専門家ネットワーク(2000人規模)の方々の認識が現れている。デルファイ調査の結果と実施した施策の記されている科学技術白書との関係を分析すれば、科学技術に関する研究者の認識と政府の策定した施策との関係を知ることができる[2]。そこで、デルファイ調査検索で重要とされた課題について、科学技術白書から抽出した重要施策データベース[1]において、どのような政策が実施されたかを対比的に分析した。

#### 2. デルファイ調査における重要度の分析

##### 【分野別の変遷】

第10回の分野分類に合わせて各調査回の分野を整理し、各回の分野ごとに重要度のトップ10%の個数を図表1に示した。重要度の分布は調査回ごとに異なるので、重要度のトップ10%の閾(しきい)値は81~90の範囲でばらついている。重要課題の多い赤字の箇所、重要度課題の比率の高い橙色の箇所は重要度が高いと箇所である。計を見ると、ICT アナリティクス、健康・医療・生命科学の分野が重要とみなされている。一方、サービス化社会の分野は重要とみなされる課題が少ない。

調査回 (年)	トップ 10% 閾値	トップ 10% 個数	総件 数	ICT・ アナリ ティク ス	健康・ 医療・ 生命 科学	農林水産 ・食品・ バイオ テック	宇宙・ 海洋・ 地球・ 科学 基盤	環境・ 資源・ エネ ルギー	マテ リアル ・デバ イス ・プロ セス	社会 基盤	サー ビス 化 社会
10(2015)	87	85	932	21	18	11	18	4	4	7	2
9(2010)	91	85	832	18	29	12	4	7	7	4	4
8(2005)	85	93	858	11	9	5	14	11	19	18	6
7(2001)	82	108	1065	20	27	11	9	11	17	9	4
6(1997)	81	114	1072	34	18	6	13	15	18	10	0
5(1992)	85	111	1149	7	39	6	19	16	11	11	2
4(1987)	83	112	1071	19	37	7	19	9	9	10	2
3(1982)	88	91	800	16	25	1	9	11	6	18	5
2(1977)	90	70	656	6	17	8	9	14	6	9	1
1(1971)	89	69	644	6	13	18	7	14	2	7	2
計	86	938	9079	158	232	85	121	112	99	103	28

赤字:重要課題が15件(各年)、150件(計)以上、橙色セル:重要課題比率が15%以上、青色セル:重要課題比率が5%未満

図表1 デルファイ調査検索における重要度トップ10%の課題数の分野ごとの推移

##### (1) 第10回のICT・アナリティクス分野

第10回(2015年)のなかで最も重要度の高かった(重要度指数93点)トップ4件のうち2件はICT・アナリティクスの分野でいずれもビッグデータに関するものであった。すなわち、ビッグデータの①社会現象・科学への適用と、②性能電力比の向上、である。これに次いで、③高速化・大規模化、が挙げられている。これらの課題には、全地球規模シミュレーション、データ転送の最小化アルゴリズム、といった例と併記され、形式が工夫されている。また、セキュリティ関連も多く、プライバシー、個人認証、安全性といった類似

した語句とともに、ロボット、自動運転車などの具体例も記されている。

## (2) 第10回の健康・医療・生命科学分野

「安価で導入が容易な認知症 介護補助システム」がトップ4(93点)に入った。次に「高齢者、障害者の自立支援システム」(90点)、低コストのケア提供(90点)、認知症のバイオマーカーなどが介護関連で続いた。再生医療関連では、「iPS細胞などの幹細胞を用いた再生医療において腫瘍化した移植細胞を検出する技術」、幹細胞の賦活化、移植治療、治療薬、長期保存などが挙がっている。

次に健康・医療・生命科学の分野の再生医療関連と、介護関連について変遷を調べ、図表2に記した。介護関連では、上記下線を引いた認知症、介護、高齢者の語句の変遷を調べた。再生医療関連では、上記下線を引いたiPS、幹細胞、再生医療、に人工臓器の語句を加えて変遷を調べた。

調査回	1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回	9回	10回	トップ10% /全体
調査年	1971	1977	1982	1987	1992	1997	2001	2005	2010	2015	
幹細胞, iPS, 再生医療, 人工臓器	0/1	1/1	3/4	2/5	0/7	1/4	3/11	0/8	5/10	7/19	22/70
幹細胞	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	1/1	2/4	4/9	1/7	5/14	13/36
iPS	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/3	1/6	1/9
再生医療	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	3/9	3/9
人工臓器	0/1	1/1	3/4	2/5	0/6	0/3	1/6	0/2	0/1	1/1	8/30
認知症, 介護, 高齢者	0/0	0/0	0/7	0/10	0/13	1/6	1/13	0/15	1/23	5/29	8/116
認知症	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1	2/4	3/5
介護	0/0	0/0	0/0	0/1	0/2	0/2	1/4	0/5	0/5	4/12	5/31
高齢者	0/0	0/0	0/7	0/9	0/11	0/4	1/9	0/10	0/18	2/16	3/84

青色のセル:初登場、橙色のセル:全体の個数が5以上、緑色のセル:トップ10%の個数が5以上、太字:複数語句のOR検索

図表2 デルファイ調査検索における重要度の高い課題の語句の推移

### 【再生医療の課題の変遷】

幹細胞がデルファイ調査に登場したのは1992年である。人工臓器は初回から記載され、特に1980年代から2000年始めまで盛んに使用されている。iPS、再生医療の語句は2010年に初めて現れた。再生医療は人工臓器に代わり近年急激に使用され始めていることがわかる。また、iPS細胞の考え方が初めて登場したのは2005年で、幹細胞とともに初登場の課題の内容と研究開発水準等を図表3に示した。

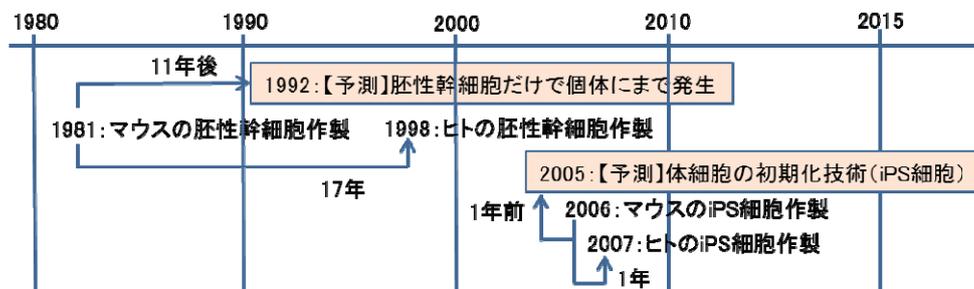
調査回 (年)	課題	重要度	技術的実現 予測時期	研究開発水準 (%)		
				日本	同等	海外
5 (1992)	胚性幹細胞(極初期の胚芽の細胞)だけで個体にまで発生させる技術が開発される。	65	2010	日本 3	同等 33	海外 35
8 (2005)	分化した体細胞から幹細胞を作り出すための初期化技術 ⇒ iPS細胞	71	2015	日本 6	米国 93	EU 2

図表3 胚性幹細胞とiPS細胞についてデルファイ調査検索で初めて掲載された課題

胚性幹細胞(ES細胞)が、マウスの胚から樹立されたのは、1981年に遡る[3]。これがヒトで単離・培養されたのは1998年である。一方、iPS細胞は、2006年8月に京都大学再生医科学研究所の山中伸弥らが、マウスで人工多能性幹細胞(iPS細胞; induced pluripotent stem cells)の樹立を発表し、2007年11月に、山中らはヒトの大人の細胞に4種類の遺伝子(OCT3/4, SOX2, C-MYC, KLF4)を導入してiPS細胞を作製し、世界的な注目を集めた。また同日、世界で初めてES細胞を作製したウィスコンシン大学のジェームズ・トムソンらのグループも別の4種類の遺伝子(OCT3/4, SOX2, NANOG, LIN28)を導入してiPS細胞を作製し、発表している。

これらの背景とデルファイ予測との年代的な関係を図表4に示す。胚性幹細胞ではマウスで作製されてからヒトで実現するまで17年かかっている。一方、iPS細胞の場合、わずか1年で2つのグループからヒトの

iPS 細胞が作製されている。胚性幹細胞がデルファイ予測に登場するのは、その言葉が作られて11年経過してからであるが、iPS 細胞については、実現する前にその技術について、デルファイ予測がなされていることは注目してよいだろう。2015 年に実現すると予測していたが、現実には 2006 年に実現している。また、研究開発の水準については、米国優位との認識が 93%と圧倒的である。この状況の中で、日本から世界に向けてヒト iPS 細胞が作製できたことを発信した。これが、政策決定にどう影響したかを重要施策データベースと比較し分析する。



図表 4 胚性幹細胞と iPS 細胞が初めて作製された時期とデルファイ調査で予測した時期の比較

### 3. 重要施策データベースにおける施策の推移

NISTEP 重要施策データベースには、科学技術白書から抽出した重要施策 約 2500 件が公開されている[2]。1970 年頃は毎年 20 件程度が追加されていたが、最近(2010 年頃)では 80 件程度が毎年追加されている。重要施策データベースとデルファイ調査検索の分野分類の対比を図表 5 に記した。ライフサイエンス分野ではデルファイの方が高い比率で、環境・エネルギー分野、宇宙・海洋分野では重要施策データベースの方が高かった。これは、原子力を含むエネルギー分野や、宇宙・海洋の分野はいわゆるビッグサイエンスと呼ばれる大規模なプロジェクトが多く、重要施策データベースに多かったと考えられる。一方、ライフサイエンス分野は生活に近く、デルファイ調査で重要とみなされることが多かったと推察できる。

重要施策データベース	分野比率(%)		デルファイ調査検索
2.2 ライフサイエンス	14.4	<b>33.8</b>	2. 健康・医療・生命科学、 3. 農林水産・食品・バイオテク
2.3 情報通信・電子	8.1	16.8	1. ICT・アナリティクス
2.5 ナノテク・材料、2.7 製造技術	11.8	10.6	6. マテリアル・デバイス・プロセス
2.6 エネルギー、2.4 環境	<b>33.2</b>	11.9	5 環境・資源・エネルギー
2.8 社会基盤、安全・安心	8.9	14.0	7 社旗基盤、8 サービス化社会
2.9 宇宙・航空、2.10 海洋	<b>23.6</b>	12.9	4 宇宙・海洋・地球・科学基盤

図表 5 重要施策 DB とデルファイ調査検索の分野分類の対比

次に、重要施策データベースにおいて、再生医療、幹細胞、iPS、人工臓器、をキーワードとして OR 検索し、再生医療関連の変遷を図表 6 に示した。1974 年という他と離れた早い時期に、理研内にライフサイエンス推進部設置を設置し、研究課題の一つに人工臓器が挙げられている、という「人口臓器」に関するものが 1 件あるがこれは除いて図示している。

1998 年 11 月 どんな細胞にも分化できる胚性幹細胞がヒトで確立されたことを受けて、12 月に生命倫理委員会にヒト胚研究小委員会が設立された。2000 年 3 月の「ヒト胚研究についての基本的考え方」では【厳格】な規制枠組みの中で ES 細胞の樹立が行われるべきとされた。同年、ミレニアムプロジェクトの一環で理研内に発生・再生科学総合研究センターが設立された。2003 年には再生医療の実現化プロジェクトが開始された。これまでの医療を根本的に変革する可能性を有する「再生医療」に注目し、その実現に必要な幹細胞利用技術等の世界に先駆けて確立し、その【実用化】を目指している。特に、2007 年 11 月のヒト iPS(人工多能性幹)細胞の樹立を受け、同細胞を活用した再生医療の実現について、拠点整備事業を含めた研究を強力に進めた。2008 年から 5 年間続く 先端医療開発特区、通称「スーパー特区」は、京都大学の山中伸弥教授らのグループによる iPS 細胞の作製成功を受け「革新的創薬等のための官民対話」で創設された。開発段階から優先的に関連省庁と討議し、医薬品や医療機器の【実用化を促進】するもので

