

概要

日本の科学技術に関する国民意識について、他の主要国や長期的な過去と現在を比べて客観的に把握することにより、施策に活用できる可能性は高い。

第5期科学技術基本計画(The 5th Science and Technology Basic Plan, Tentative Translation)の下記の記述

「i) 科学技術イノベーションと社会との関係深化

イノベーションの創出に当たっては、多様な価値観を持つユーザーの視点が欠かせなくなっており、また、科学技術イノベーションが社会の期待に応えていくためには、社会からの理解、信頼、支持を獲得することが大前提である。」^[1]

も踏まえ、国の科学技術政策において、国民の科学技術に関する理解や関心、信頼、期待や不安などの情報を客観的に把握する普遍的な必要性と価値が存在する。

一方、EUでは28ヶ国の加盟国において科学技術イノベーションと社会に関する2つの世論調査が行われた(2014年)^{[2][3]}。加えて、2015年、EUは科学技術イノベーションと社会に関する指標報告書^[4]をとりまとめた。

このような状況を背景として、第5期科学技術基本計画の遂行状況等に関する内閣府総合科学技術イノベーション会議(CSTI)や、政策研究大学院大学を中心とした科学技術と社会の指標検討の議論が行われている。

本稿の調査目的は、上記の議論に対して、国際比較や国内比較調査により、議論の基礎となるデータや指標案を提供することにある。ただし、本稿のアプローチはエビデンス・データのみによっており、上記検討における議論等は踏まえていない。

本稿では、国際比較調査として日本-EU間の科学技術に関する国民意識を比較検討する。EU側の調査データとしては先述の世論調査である2014年に実施された2つのSpecial Eurobarometerを使用する^{[2][3]}。また、国内比較調査として「科学技術と社会に関する世論調査: Social Survey on Science and Technology」(内閣府:Cabinet Office、-2010年)^[5]との比較検討を実施した。

比較検討のためには、EUの世論調査や日本の過去の世論調査との質問を整合し、現時点の日本での回答データも必要となる。しかし、現在、日本の世論調査は行われていないため、代替的調査として、モニター登録された回答者によるインターネット調査(専門的にはインターネット・リサーチ: Internet research とよぶ。以下、「インターネット調査」とよぶ)を行った。

本稿では、これらを元に

- 1) 日本(1995-2016)-EU諸国(全28ヶ国,2014)との比較を念頭に置いた**グローバルな国際比較指標としての指標案の作成**
- 2) インターネット調査(2016年)と科学技術と社会に関する世論調査(内閣府,-2010年)等との**国内の経年比較調査としての指標案の作成**を行う。

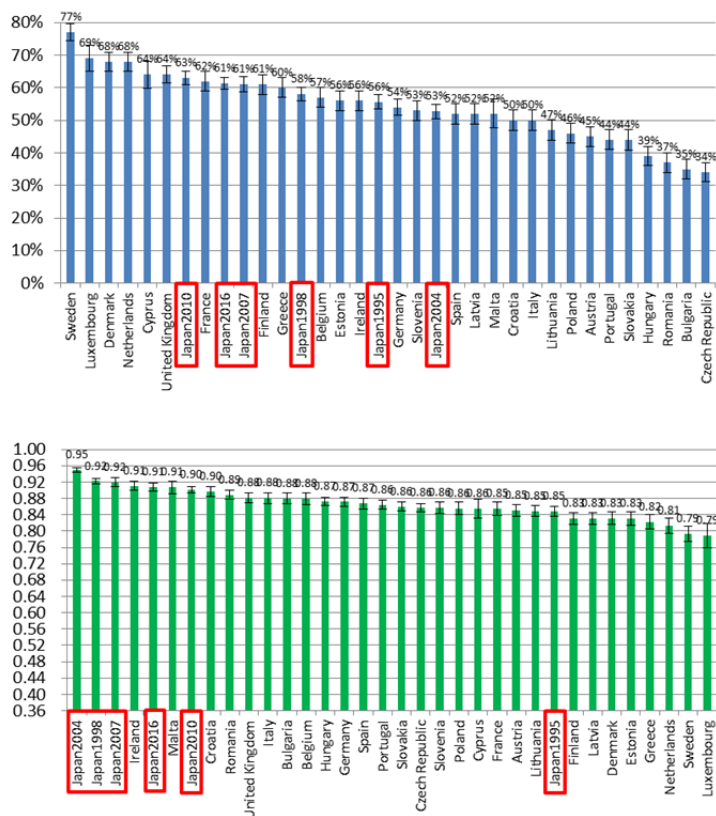
本概要では、「あなたは、科学技術についてのニュースや話題に関心がありますか。」(以下、「科学技術関心度」という)に注目して、本稿の要点を説明する。

1. 国際比較指標の検討 (A study on indicators for international comparison)

国際比較では、EU加盟国全て(28ヶ国)で行われた世論調査(2014年)に対して、日本で実施したインターネット調査(2016年)の結果を比較した。インターネット調査は無作為抽出ではなく、正確には世論調査と比較はできない。

(1) 日本(インターネット調査)+EU28ヶ国(世論調査)の集計値比較

— Bar chart of Mean and Diversity

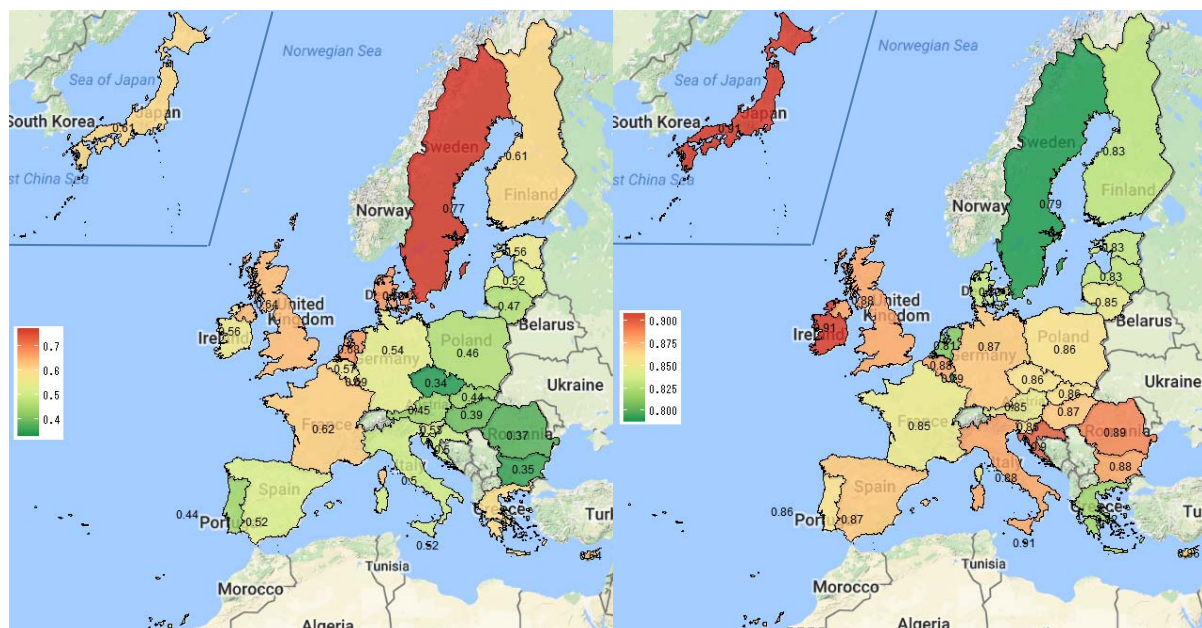


概要図表 1 科学技術関心度: 左図は関心がある(The left: Total Interested)、右図は多様性指数(The right: Lieberson's Diversity Index)(出典: 本文 Fig.1-1 再掲)

科学技術関心度で日本は EU では比較的上位にある。一方、多様性が大きく、回答のばらつきが大きいと分かる。

(2) 日本(インターネット調査)+EU28ヶ国(世論調査)の集計値比較

—Choropleth of Mean and Diversity



概要図表 2 科学技術関心度(左は関心がある The left: Total Interested、右は多様性指数(The right: Lieberson's Diversity Index)。出典:本文 Fig.2-1 再掲)

EU 諸国の地理的配置を調べると(概要図表 2)、基本的に緯度が高い国ほど科学技術関心度が高いようにも見える。

(3) 日本(インターネット調査)+EU28ヶ国(世論調査)の集計値比較

—Rader Chart of Mean and Diversity

本節では各変数から各国のポートフォリオを作成する。日本+EU 加盟国の国民意識のデータとそれに関連しそうな観測時点、緯度や経済変数(下記)から、これまでの平均値と多様性指標を偏差値に変換したものをレーダーチャートに配置した(概要図表 3)。これらの中に、日本の観測値も濃緑色で配置した。

観測時点、緯度や経済変数

- time(観測時点):年で記述。時間が経過するほど科学技術への意識は高まるだろう。
- Lat(緯度):当該国の緯度。日本とEU 加盟国を母集団とするならば、グローバルレベルの日照時間が短いほど科学技術に関する意識が高まる可能性がある。
- GDP growth(GDP 成長率):経済成長が大きな国では科学技術が経済成長に貢献している可能性があり、科学技術に対する国民の意識にも影響すると考えた。
- GDP per capita(1人当たりのGDP):1人当たりのGDPが大きい国であれば、各種メディアを購入したり、映画館や博物館などに出かける生活に余裕のある国民が増えると思われる。
- Internet users per 100(100名当たりのインターネット利用者数):インターネットに関するインフラの普及率と利用者数が高ければ、科学技術に関する意識も高いと考えられる。
- Life expectancy at birth(誕生時の予想寿命):高度医療技術の水準や普及率が高ければ、

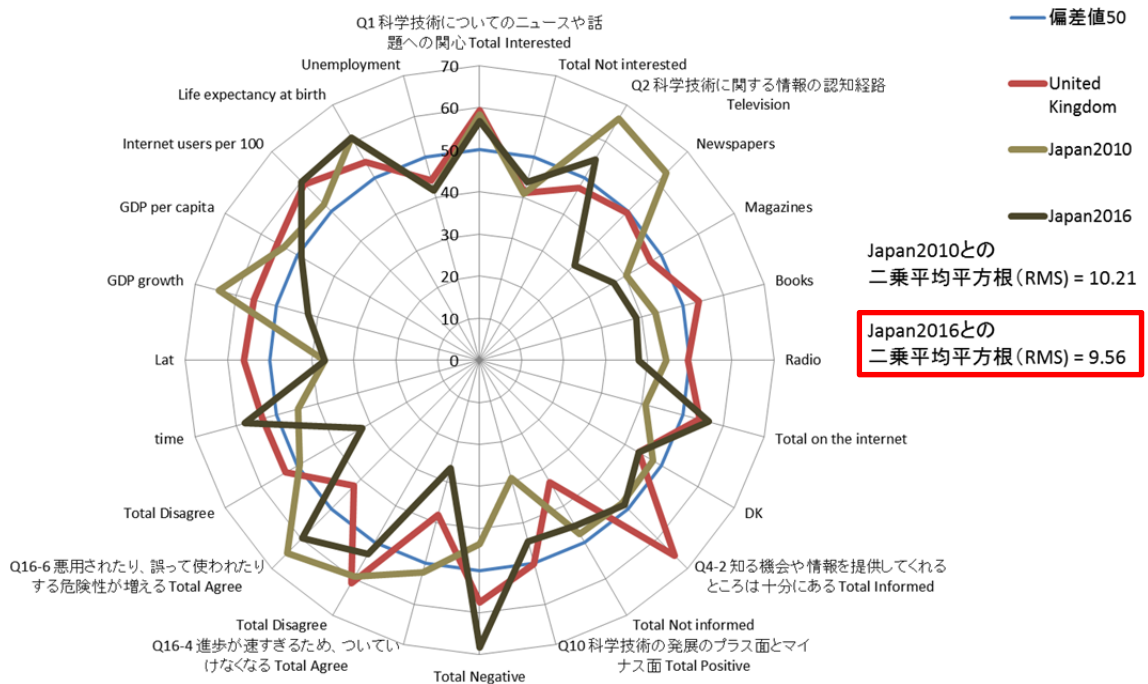
生命科学や医療に関する最新の知識に触れる機会も多くなると考えられる。

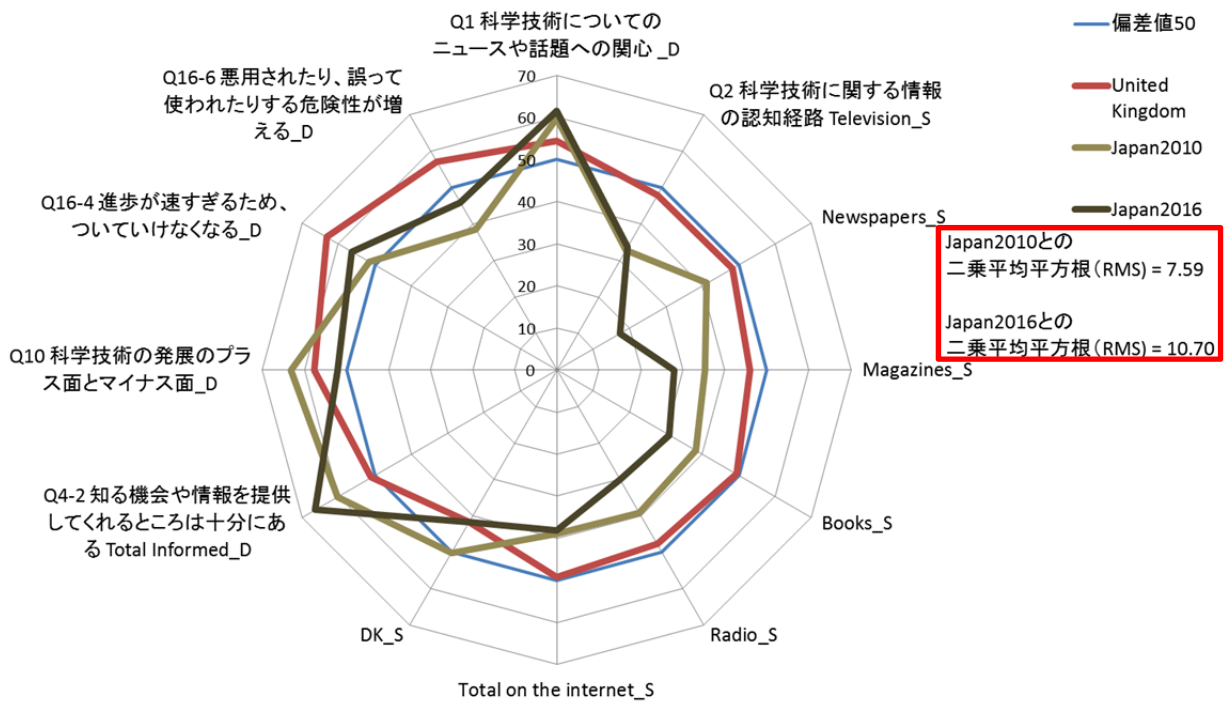
・Unemployment(失業率):上記の経済成長とやや似ているが、中間層の存在の可否を間接的に調べている。もし国内の経済社会の格差構造が深刻になると、豊かな層は比較的少数派になることから、総じて科学技術への国民意識は低下すると考えられる。

これらの変数セットは例示的であり、網羅的に調べたものではないことを注記する。

日本との近さの算出のためには二乗平均平方根を使用した。この値が小さいほど日本に近くなることを意味する。概要図表 3 中の赤枠が、平均、多様性指数に関するそれぞれの観測時点における日本との距離が小さい EU28 ヶ国中の上位 5 ヶ国に入っていることを示す。

科学技術に関する国民意識では、日本は平均と多様性指数両面で、英国やポルトガル、次いでドイツ、イタリアに比較的近い状況にあると考えられる。





概要図表 3 英国:United Kingdom (出典:本文 Fig.3-28 再掲)

(4) 日本(インターネット調査)+EU28ヶ国(世論調査)の集計値比較

— 主成分分析:PCA(Principal Component Analysis) of Mean and Diversity

主成分分析法により、科学技術に関する国民意識に関する諸変数を合成して分析した結果、因子負荷量プロット (Variable loadings plot) は概要図表 4-1、主成分得点プロット (Component scores plot) は概要図表 4-2 となる。

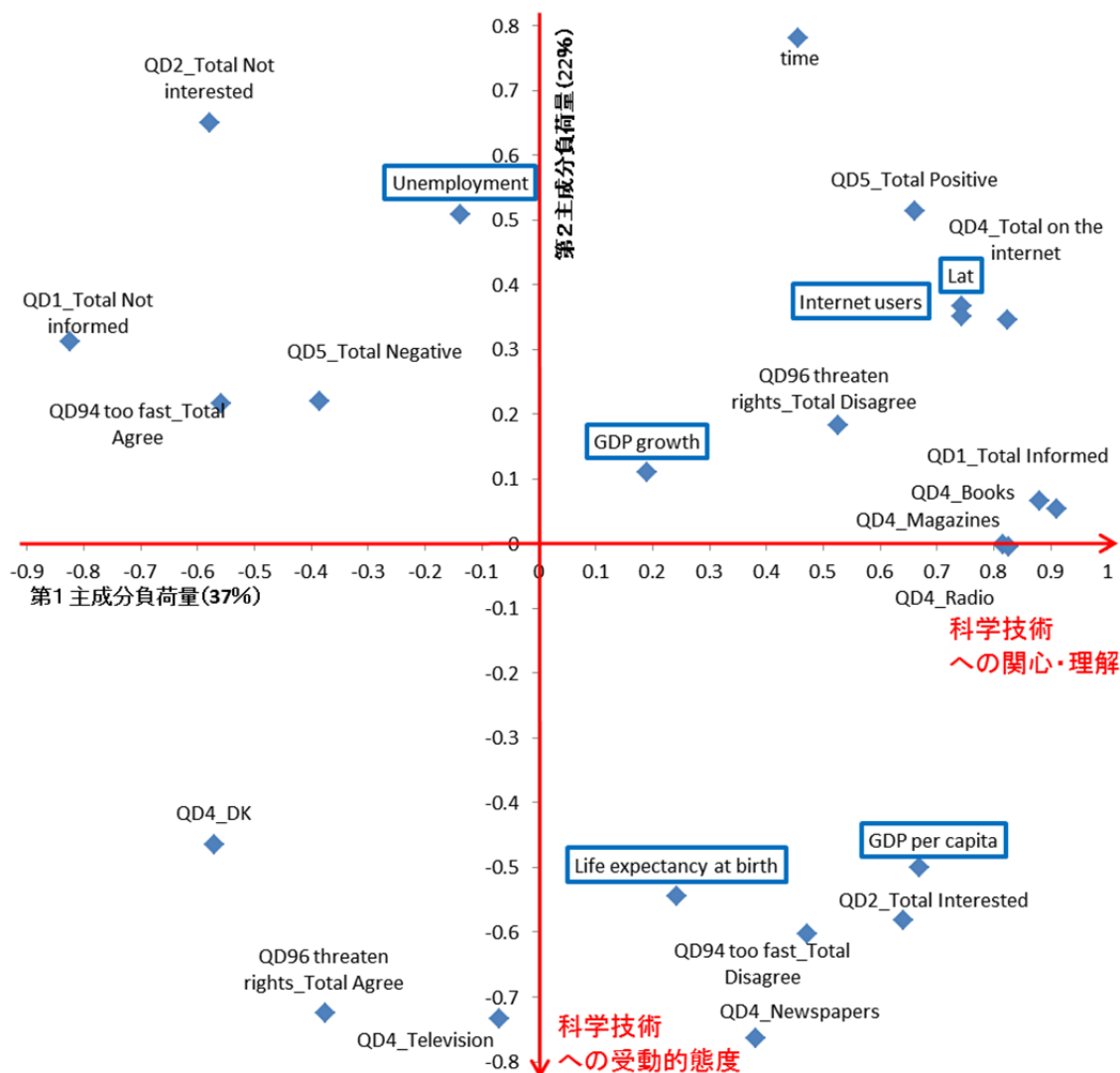
因子負荷量プロット(概要図表 4-1)から、緯度 (Lat: Latitude の略) やインターネットユーザー数 (Internet users)、GDP 成長率 (GDP growth) は科学技術に関する国民意識に対して想定通り正の効果を示す。即ち、科学技術の高い理解と、科学技術への不安的な関心の低さに関係すると考えられる。

一方、1人当たり GDP (GDP per capita) や誕生時の想定寿命 (Life expectancy at birth) が高い国では、同様に科学技術に関する高い理解に繋がる反面、科学技術への不安的な関心が比較高いように思われる。また、想定寿命が長くなると、科学技術への高い理解との関係が深まる一方、政策的な各国の医療制度や ELSI など倫理的・社会的問題にも意識が向けられるものと考えられる。

これらと異なる動きを示すのが失業率 (Unemployment) である。想定通り、高い失業率は科学技術への高い理解に関係しない。また、科学技術への不安的な関心にも関係しないが、これは楽観的に関心があるのではなく、無関心になるという意味である。

主成分得点プロット(概要図表 4-2)から、日本が EU の平均的状況から大きく離れていることが分かる。この理由は日本と EU 諸国との社会や文化の差が大きい。一方、日本の 2010 年世論調査と 2016 年インターネット調査の乖離は調査手法の差によるものである。

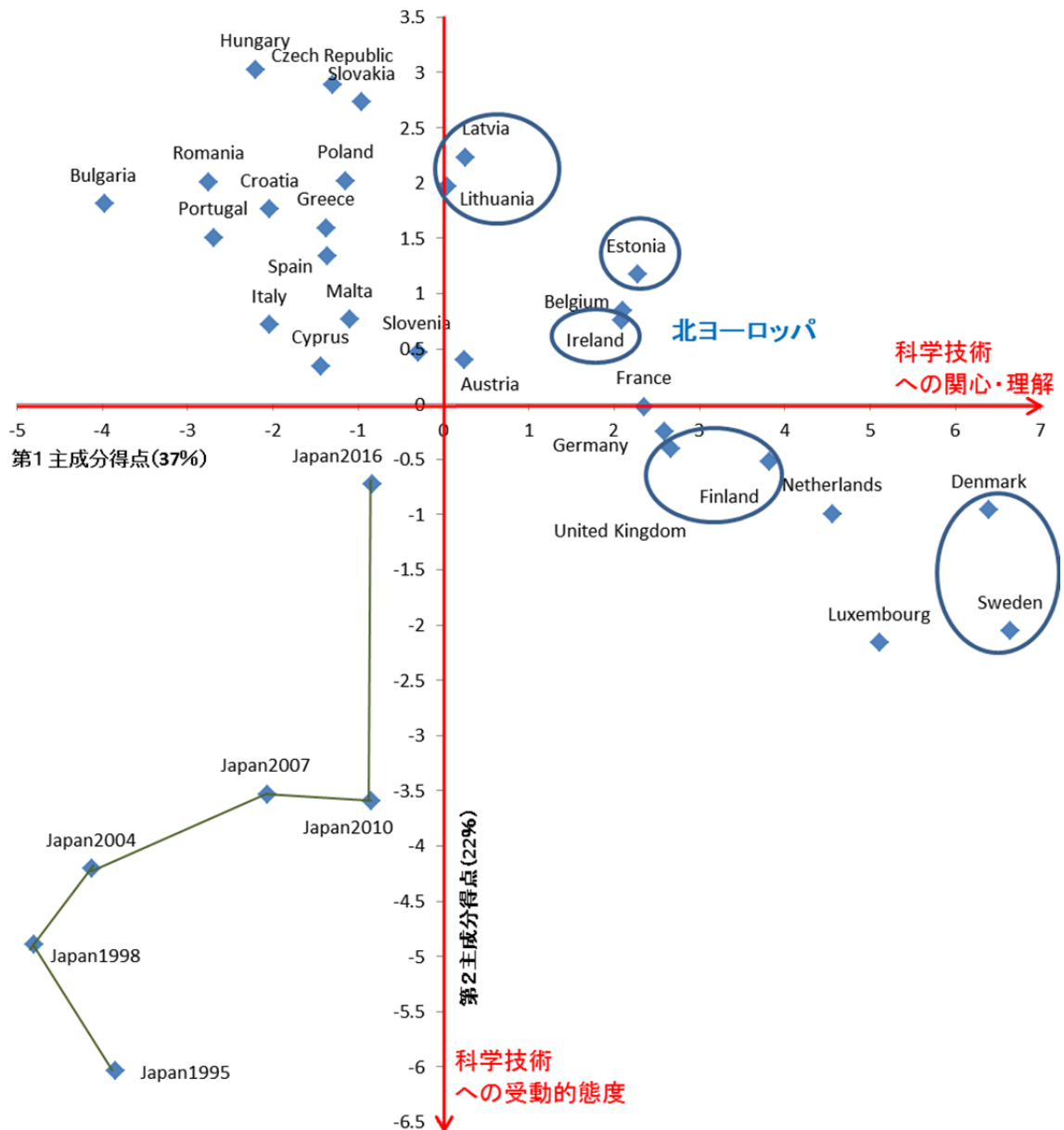
訪問面接型世論調査とモニター型のインターネット調査に関して、2006年に内閣府が行った比較調査結果から、インターネット調査はよりネガティブな意識を表しやすい傾向が示唆されており、その差も現れた可能性はある(概要図表 4-2 で 2016 年に右側に移動していない)。基本的に、両者とも回答者に謝礼はするものの、ランダムに抽出された世論調査の回答者より、事前にモニター登録を必要とするインターネット調査の方が回答者の金銭インセンティブが強い傾向がある。



概要図表 4-1 日本-EU(2014)の科学技術に関する国民意識(各国の観測時点、緯度や経済変数などあり)のPCAの因子負荷量プロット(Variable loadings plot)(出典:本文 Fig.4-1 再掲)

他にもインターネット調査には複雑な偏りがあるとされており、個々の質問レベルでは6割ほど正しく見えても、統合して分析すると個々の偏りが表面化して明らかに変な結果を示すことがある。概要図表 4-2 はその典型例といえる。

2010年以降の日本の状況を知り、施策に反映させるためには、郵送型、面接型を問わず、世論調査は必要不可欠である。



概要図表 4-2 日本-EU(2014)の科学技術に関する国民意識各国の観測時点、緯度や経済変数などあり)のPCAの主成分得点プロット(Component scores plot)(出典:本文 Fig.4-2 再掲)

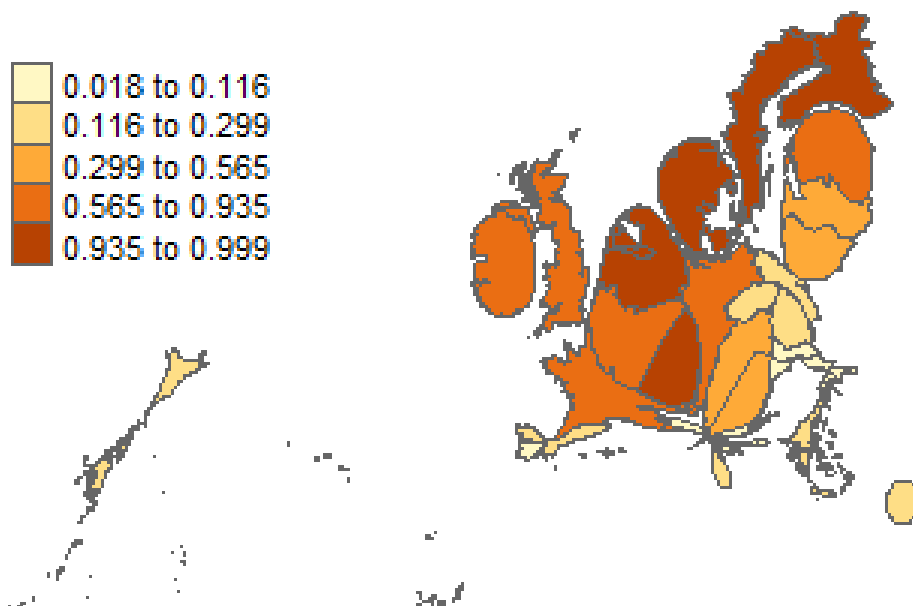
分析結果の解釈としては、(3)節では日本の科学技術に関する国民意識は英国やポルトガルに比較的近いとされたが、

- ・EU 諸国間と比べて、日本と EU 諸国との距離は基本的にかなり離れていること
- ・日本の世論調査の観測時間が進むにつれて、日本の配置は北ヨーロッパ諸国方面に進む
- ・日本の 2016 年のインターネット調査は従前に日本の世論調査とは異常な結果になることが分かる。また、概要図表 4-2 では 2 次元への縮約を行い、寄与率の合計が 59%であるため、前節の結果と一致しないこともありえる。概要図表 4-2 の 2010 年の日本からでは、ポルトガルは遠ざかるが、英国は比較的近くなる。

なお、概要図表 4-1、概要図表 4-2 の結果は観測時点、緯度や経済変数などがなくても大差ない。

以上の第一軸(科学技術への理解)を連続カルトグラムとして描画したものが概要図表 4-3 である。通常、カルトグラムには負値は入力できないため、概要図表 4-3 では第一主成分得点に対して、増減傾向を変更させない逆ロジット変換を施して入力している。

概要図表 4-3 から、基本的に緯度の高い国、人口規模の比較的小さな国が大きく表示されていることが分かる。



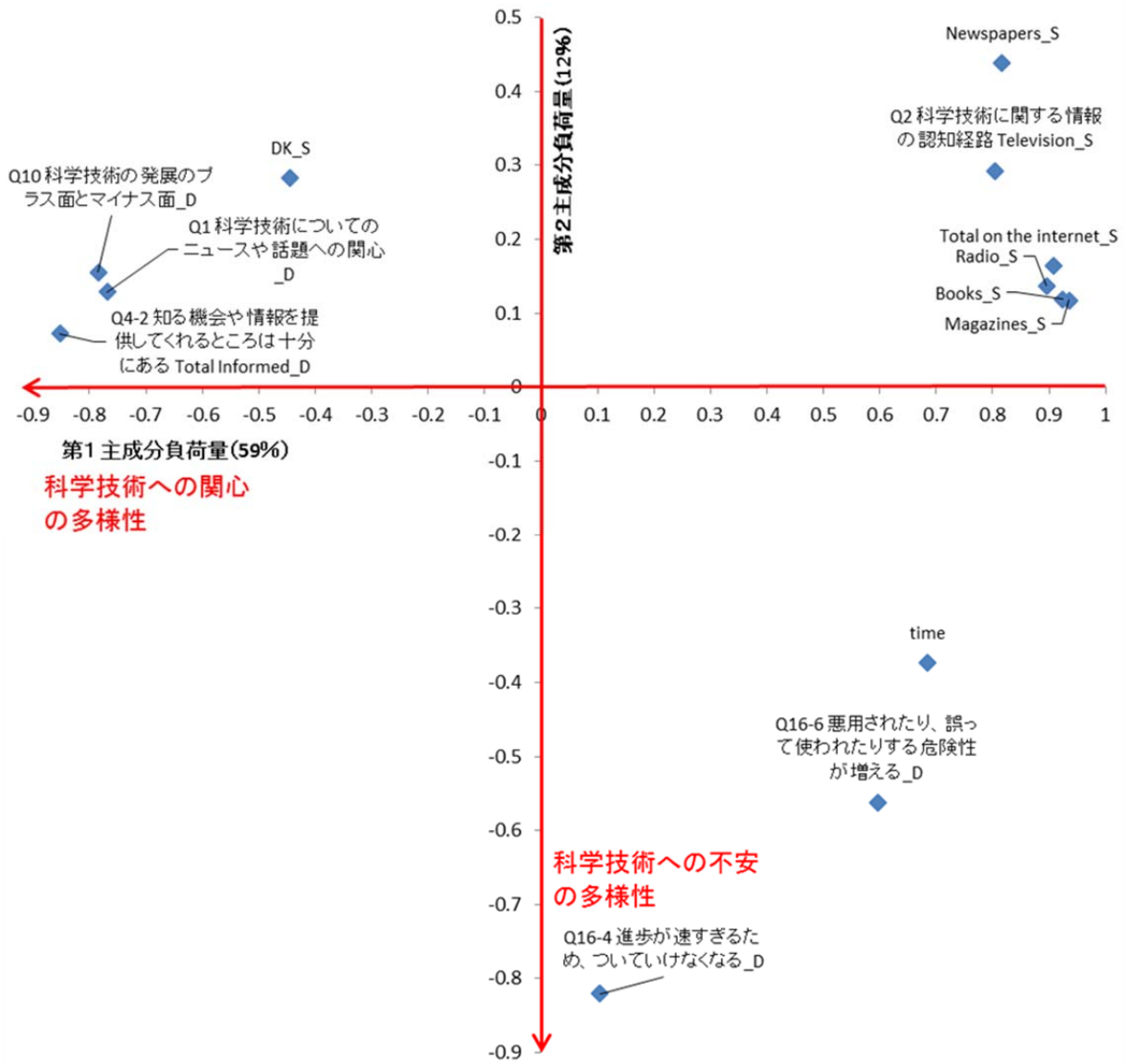
概要図表 4-3 日本(2010)-EU(2014)の科学技術に関する国民意識(観測時点、緯度や経済変数などあり)の主成分分析の第一主成分得点(科学技術への理解)のカルトグラム(cartogram)(出典:本文 Fig.4-5 再掲)

多様性指標や標準誤差に関しても、同様に PCA を実施すると、因子負荷量プロットは概要図表 4-4、主成分得点プロットは概要図表 4-5 となる。

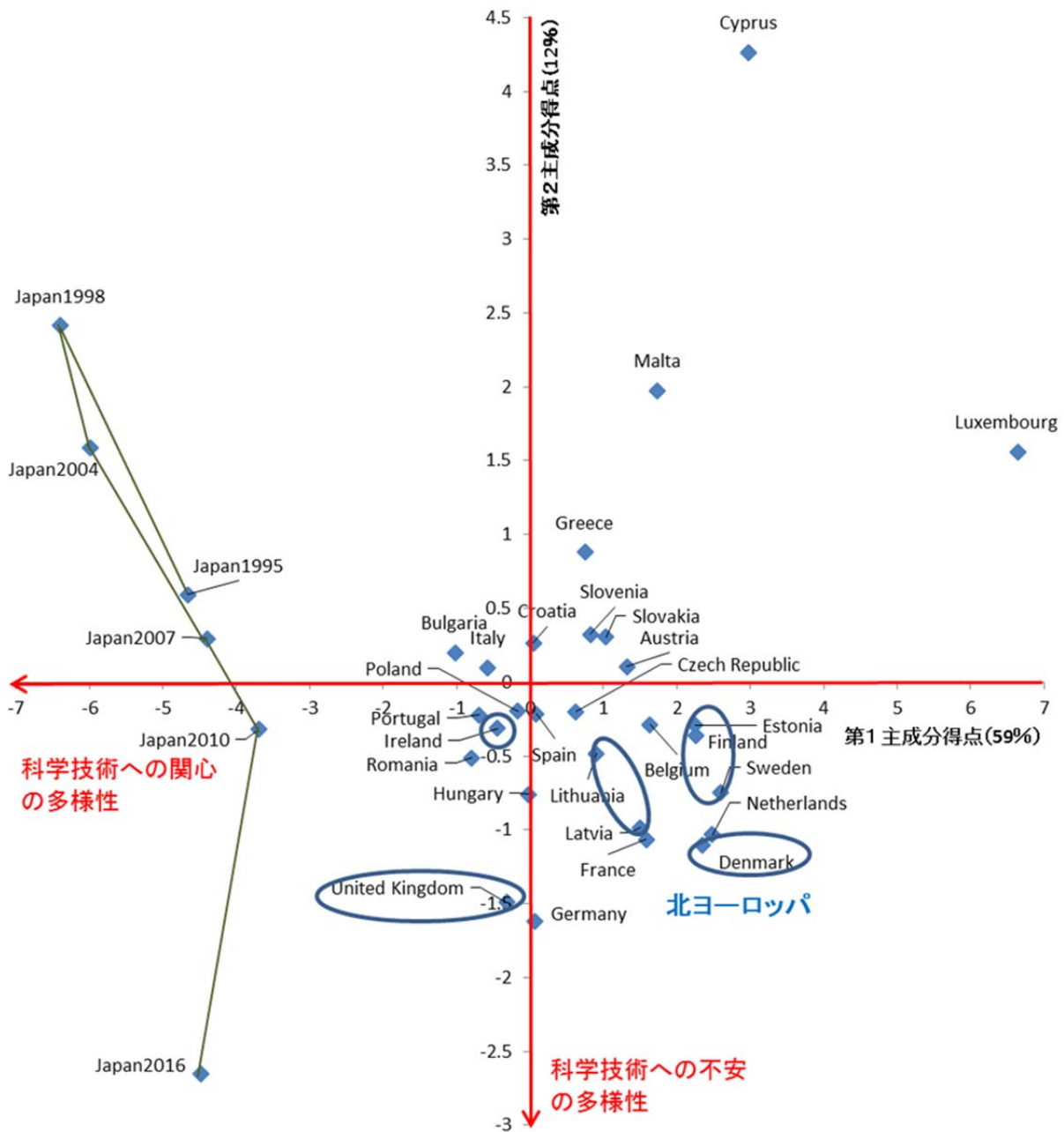
主成分得点プロット(概要図表 4-5)から、EU 諸国と比べて、総じて日本は科学技術への関心の多様性が高く、科学技術への不安への多様性が増加している。この場合、多様性の高まりは意識差の拡大を意味しており、国民意識のちらばりが増大していることを表している。また、今後の変化の可能性があるという理解できる余地もある。

特に日本の科学技術への関心の多様性に関して、98 年以降は英国方向に向かって移動してきたが、2016 年は主成分得点が英国方向への傾向から外れた値を示す。これも先述したインターネット調査の偏りによるものと考えられる。

いずれにしても、日本の多様性は EU のそれに比べると大きく、また変化も大きいと推察される。2014 年以外の EU 諸国のデータは入手していないが、概要図表 4-5 から EU 諸国の多様性の差を鑑みると日本より時間変化が大きいとは考えにくいと判断できる可能性はある。

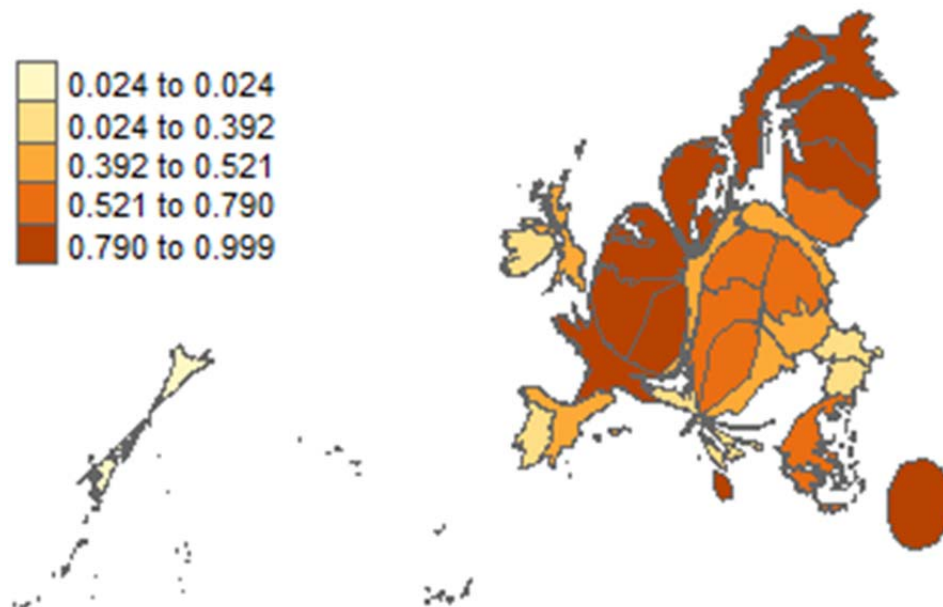


概要図表 4-4 日本-EU(2014)の科学技術に関する国民意識の多様性指標等の PCA の因子負荷量プロット (Variable loadings plot) (出典:本文 Fig.4-6 再掲)



概要図表 4-5 日本-EU(2014)の科学技術に関する国民意識の多様性指標等の PCA の主成分得点プロット(Component scores plot) (出典: 本文 Fig.4-7 再掲)

概要図表 4-5 の第一軸(科学技術への関心の多様性)を連続カルトグラムとして描画したものが概要図表 4-6 である。ここでも第一主成分得点に対して、逆ロジット変換を施して入力している。概要図表 4-6 では、科学技術への関心の多様性が小さな国が大きく表示されている。



概要図表 4-6 日本(2010)-EU(2014)の科学技術に関する国民意識の多様性指標等の主成分分析の第一主成分得点(科学技術への関心の多様性)のカルトグラム(cartogram)(出典:本文 Fig.4-8 再掲)

2. 国内比較指標の検討 (A study on indicators for domestic time-series comparison in Japan)

「科学技術と社会に関する世論調査」は2010年、2007年、2004年、1995年、1990年、1987年調査ではこの呼称だが、それ以前では例えば、「将来の科学技術に関する世論調査」(1998年調査)、「科学技術に対する関心に関する世論調査」(1986年調査)、「科学技術に関する世論調査」(1981年調査)など呼び名が変わるときがある。これは、主な調査テーマと併せていると考えられる。本稿では便宜上、全て「科学技術と社会に関する世論調査」で呼称を統一する。

世論調査の呼称の変遷は調査テーマの変遷、質問の変遷を伴っている。科学技術という進歩が前提の分野において、永久不変の質問設計は難しいと思われる。しかし、それは時間変化の分析の困難性でもある。本章ではこの過去の世論調査の質問変化との比較可能性の問題、現在のインターネット調査と過去の世論調査との比較可能性の問題と向き合うことになる。

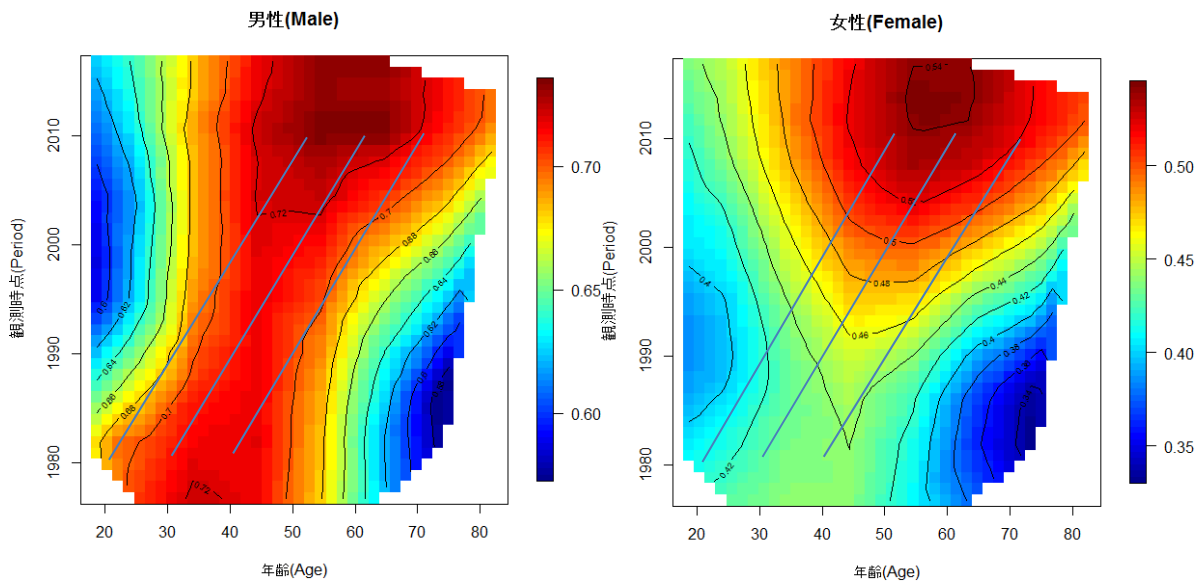
本章では多少の質問文や選択肢の変化は接続できるとみなし、欠損値に関しても、過去と未来のデータの間に存在する場合には線形内挿で対応する場合もある。

(1) 日本(インターネット調査)+内閣府「科学技術と社会に関する世論調査」(1995年頃-2010年)の年齢、観測時点、生年(Age-Period-Cohort: APC)分析

過去の世論調査報告書やインターネット調査から性別・年代別の平均値などは判明している。性別に、年代を横軸、観測時点を縦軸とした時間平面上をグリッドで示すと概要図表5となる。概要図表5から、日本の科学技術関心度は年々増加している一方、最も関心が高いのは、男女とも

に 50-60 歳頃が中心となっており(男性で約 72%、女性で約 54%)、そこから年齢が離れると科学技術への関心は低くなっていくことが分かる。また、概要図表 5 の図中に示した直線はコホート効果(世代効果)であり、属性効果の一種である。日本の科学技術関心度には世代効果が強く(この直線に沿う傾向が強い。特に男性)、このままでは、近い将来、日本の科学技術関心度は低下へと転ずる可能性もある。

概要図表 5 を見ると、2020 年頃には人口の多くを占め、比較的関心の高い 70 歳代が更に右へシフトすると同時に、この世代の人口は減少する。一方、若い世代の科学技術離れの現象は 2010 年頃には落ち着いてはいるものの、(20 代男性で約 66%、女性で約 44%) 比較的低い構造であることには変わらない。

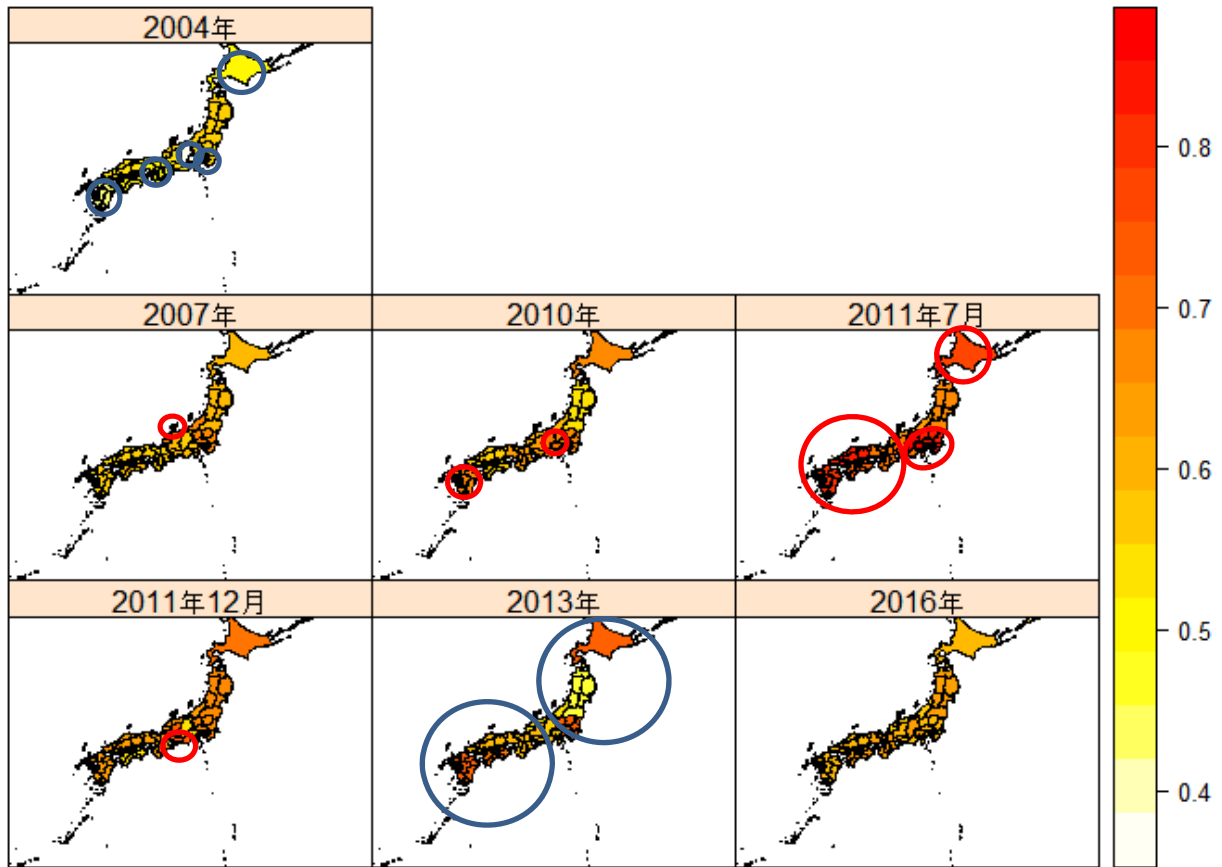


概要図表 5 科学技術関心度- 関心がある Total Interested (出典:本文 Fig.5-1 再掲)

(2) 日本(2016 年インターネット調査)+内閣府「科学技術と社会に関する世論調査」(2004 年頃-2010 年)の観測時点 - **Choropleth of Mean**

科学技術関心度の日本における地域間の状況についても調べた(概要図表 6)。世論調査が地域別に集計されたのが 2004 年からのため、2004 年以降しかデータは存在しない。2011 年は弊所の訪問面接調査、2013 年は SciREX/PESTI の世論調査、2016 年はインターネット調査のデータを用いた。

概要図表 6 中の赤丸、青丸は各地域を固定して周辺度数に対するオッズ比の 95%CI で有意な増加・減少を示した。「他の地域と比べて大きい・小さい」ではなく、「他の観測時点と比べて大きい・小さい」を示した。調査期間中に東日本大震災(2011 年 3 月)が発生していることもあり、震災直後、科学技術への関心が非常に高まったことがわかる。



概要図表 6 科学技術関心度- 関心がある Total Interested (出典:本文 Fig.6-1 再掲)

(3) 日本(インターネット調査)+内閣府「科学技術と社会に関する世論調査」(1995年頃-2010年)の集計値比較-PCA(Principal Component Analysis) of Mean

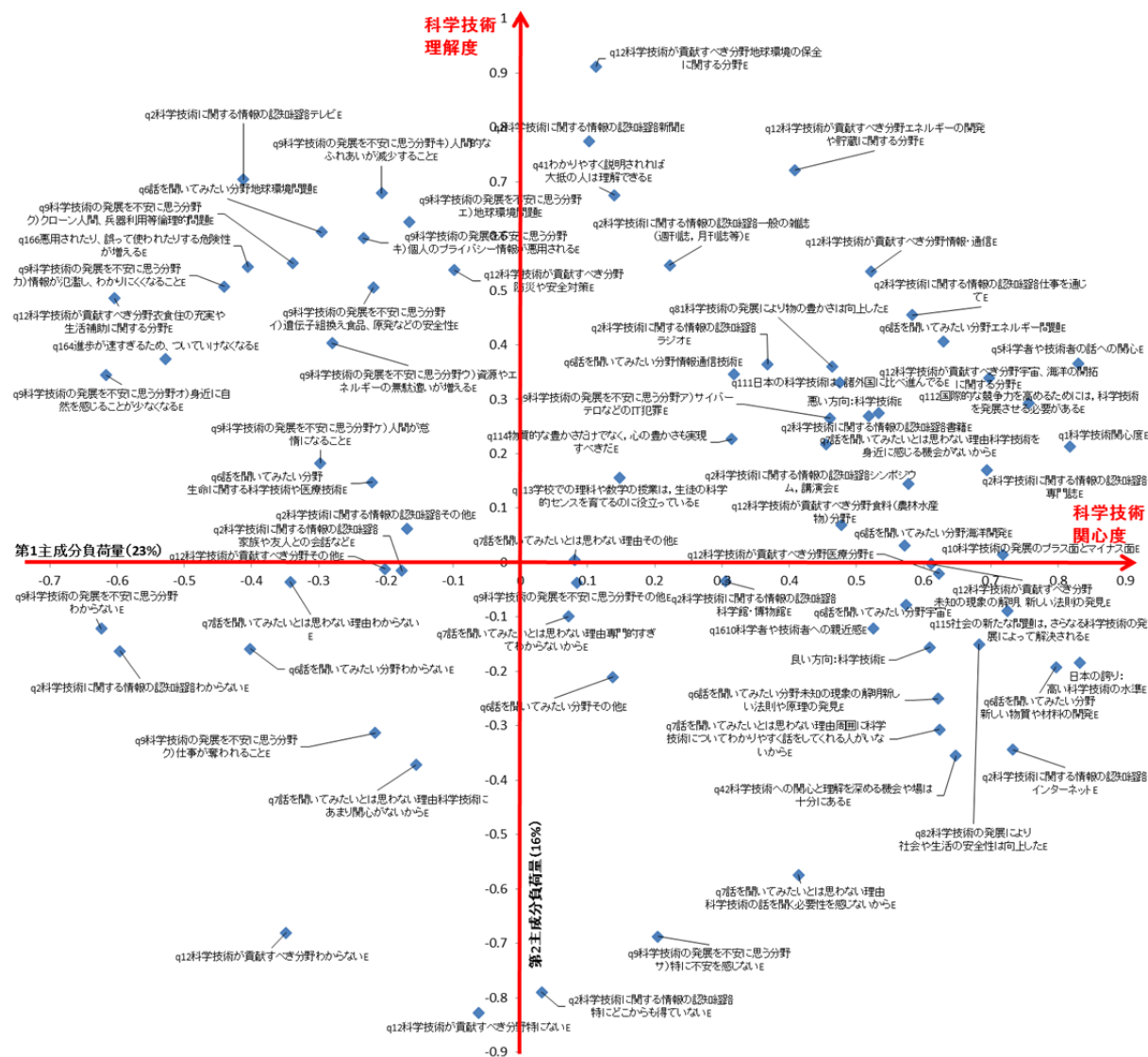
国際比較で行ったように、国内継時比較でもPCAを実施すると、概要図表 7-1 及び概要図表 7-2 となる。主成分得点プロット(概要図表 7-2)では、同じ性別の同時点で隣接年代間に線を引いている。

主成分得点プロット(概要図表 7-2)から、男性は女性より常に科学技術関心度(第一軸)が高いことが分かる。これは概要図表 5 でも明らかである。一方、科学技術への理解度(第二軸)では女性の方が男性より高いこともある。男女ともに30,40,50代で高い値を示す。最も高い年代については調査時点が進むにつれ、年代が高くなっている傾向があるようにも思われる。この傾向は概要図表 5 の傾向と一致する。

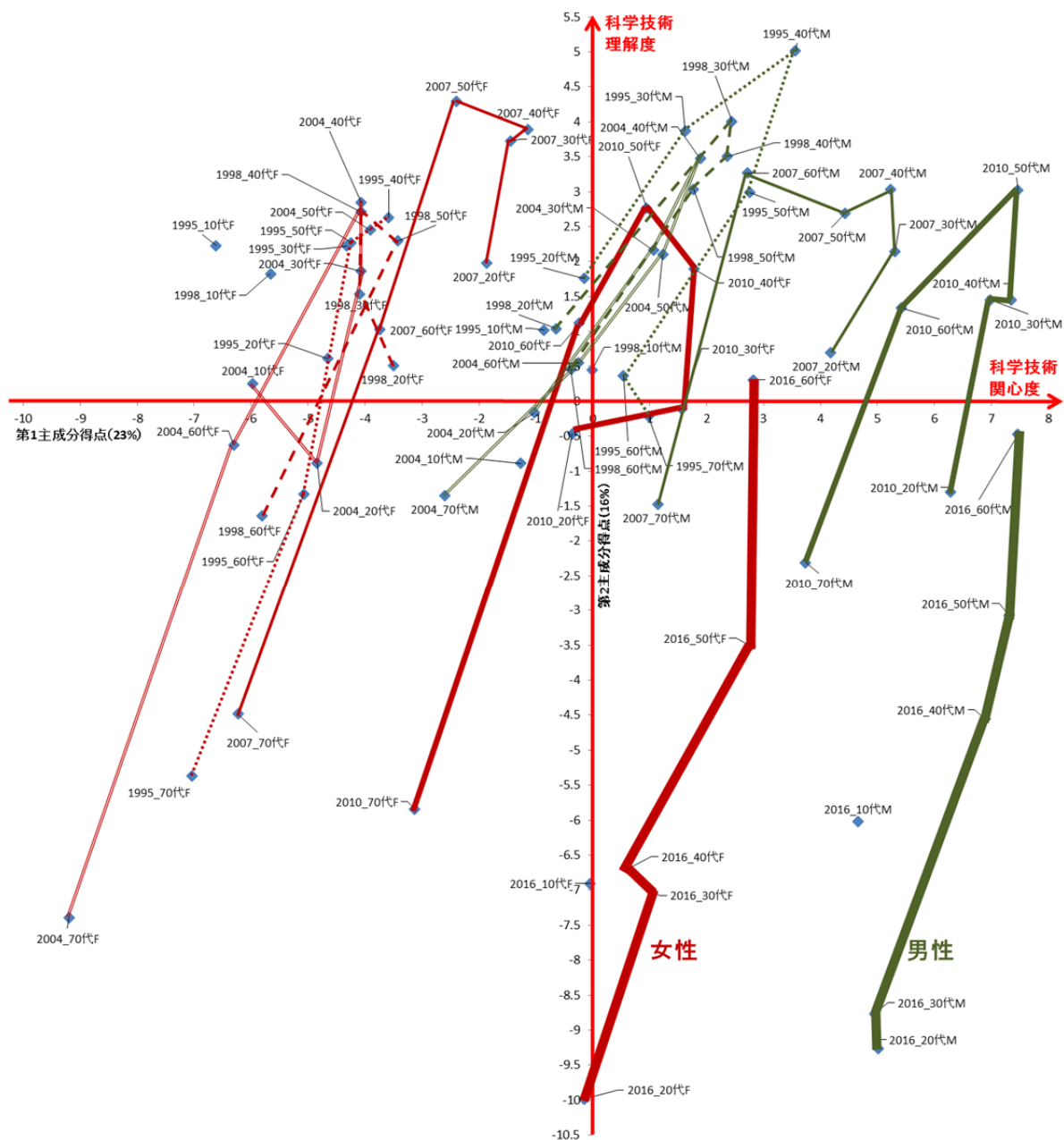
また、調査時点が進むにつれ、科学技術への関心度は向上している。2016年はインターネット調査であるが、男女、科学技術関心度(第一軸)、そして科学技術への理解度(第二軸)ともに60代が最高となっている。その直前の2010年調査では男性で50代、女性の関心度(第一軸)で40代、理解度(第二軸)で50代が最高だから、概ねの傾向としては妥当な可能性もある。

一般に、インターネット調査において、特に高齢者の回答は代表性に乏しいことが知られている。回答が信用できないという意味ではなく、同世代の中で「IT能力が高い」ことは偏りをもつ可能性がある。インターネット調査結果を集計する際にウェイトバック集計を行うと破たんする原因の一つ

と考えられている。



概要図表 7-1 1995-2016年での日本の科学技術に関する国民意識(性別・年代別)のPCAの因子負荷量プロット(Variable loadings plot)(出典:本文 Fig.8-1 再掲)



概要図表 7-2 1995-2016 年での日本の科学技術に関する国民意識 (性別・年代別) の PCA の主成分得点プロット (Component scores plot) (出典: 本文 Fig.8-2 再掲)

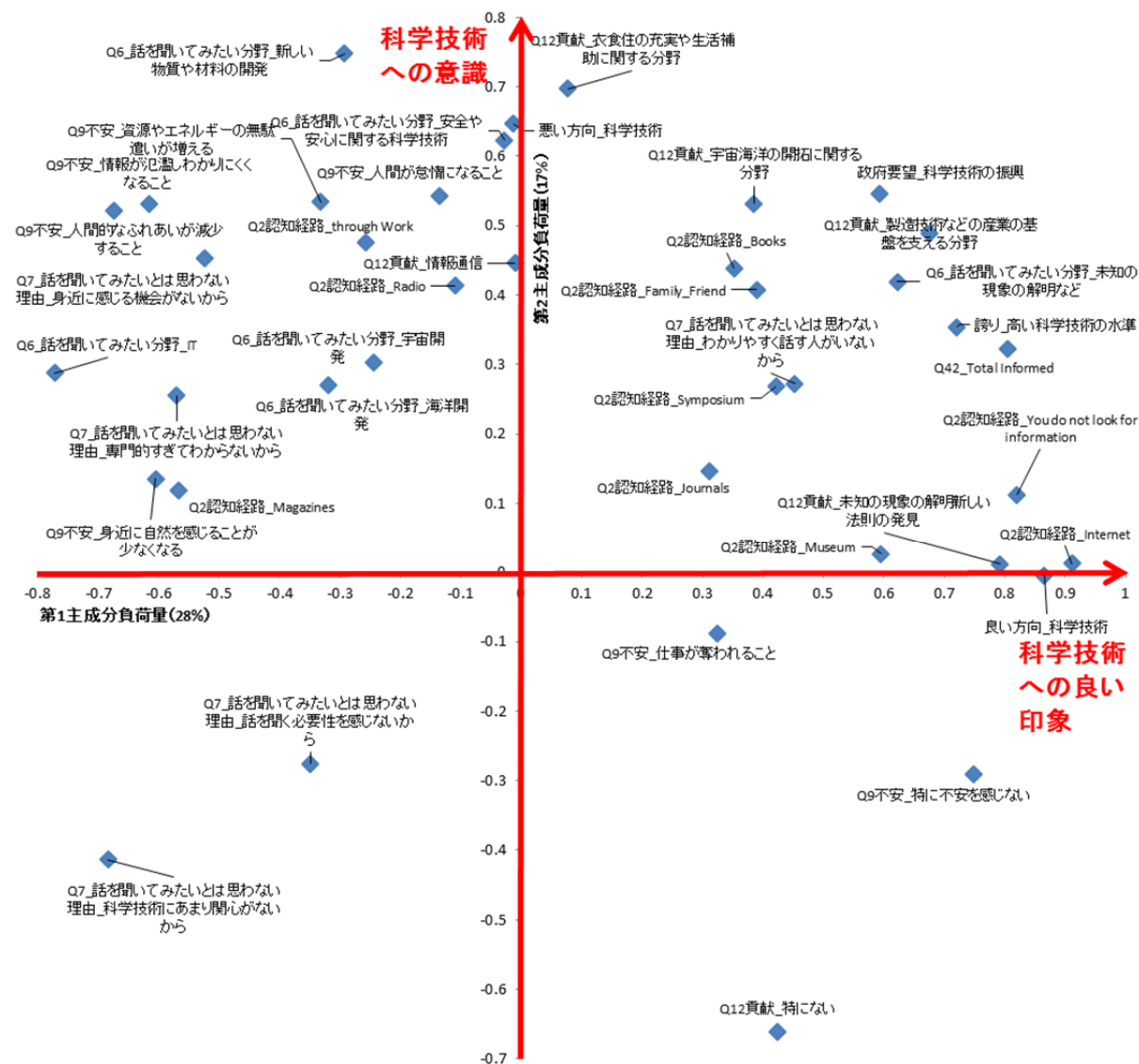
また、2004 年以降の地域別平均に対して PCA を行うと、概要図表 7-3、概要図表 7-4、概要図表 7-5、概要図表 7-6 となる。ここでは説明変数過多のため、PCA の前にクラスター分析により変数を 2 群に分けてから PCA を行う。

概要図表 7-3、概要図表 7-4、概要図表 7-5、概要図表 7-6 は、概要図表 7-1 及び概要図表 7-2 の分析で使用したデータと同じデータである。これは個票が入手できないため、各データを観測時点別・性別・年代別平均値 (概要図表 7-1 及び概要図表 7-2) と設定するか、観測時点別・

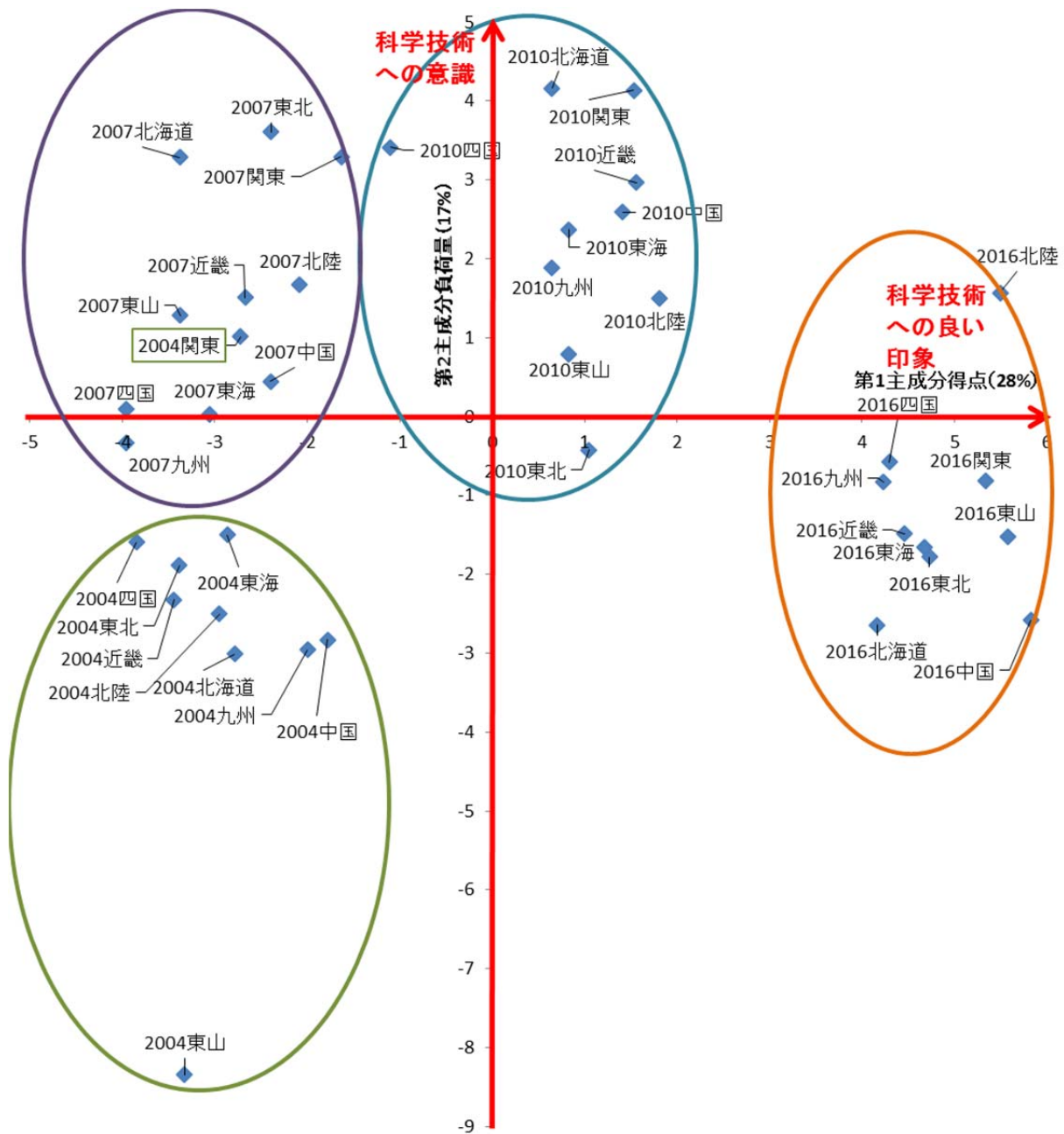
地域別平均値(概要図表 7-3、概要図表 7-4、概要図表 7-5、概要図表 7-6)と設定しているかの違いに過ぎず、同じデータを見ている。

概要図表 7-4 から、観測時点が最近になるにつれ、全国的に科学技術への良い印象が強くなっており、概要図表 7-6 から、科学技術への肯定感も全国的に強くなっている。

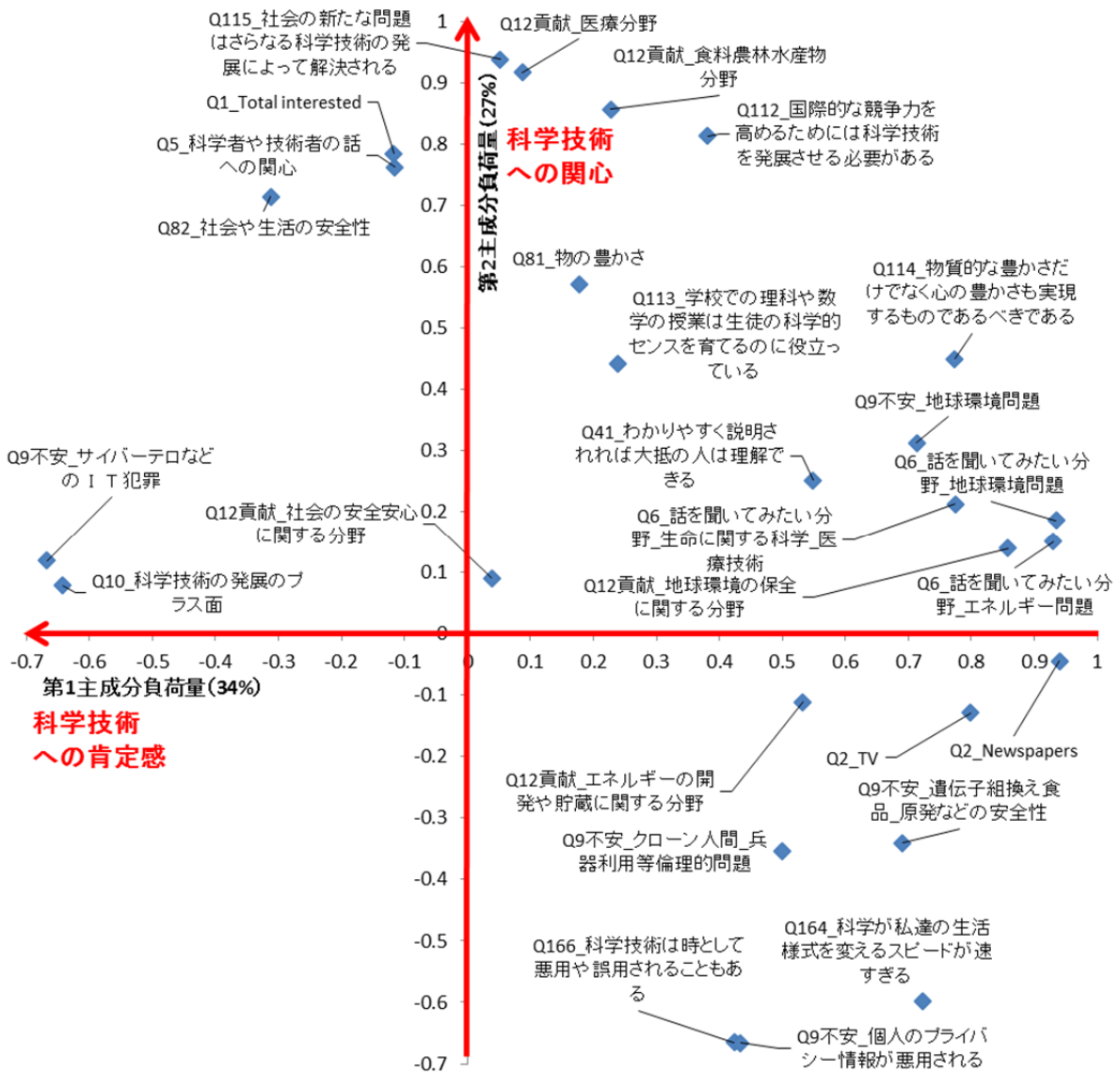
一方、科学技術への意識や科学技術への関心では、必ずしも単調増加傾向とはなっていないようである。前の概要図表 7-2 から同じことが判明する。



概要図表 7-3 2004-2016 年での日本の科学技術に関する国民意識(地域別)の PCA の因子負荷量プロット(Variable loadings plot)①(出典:本文 Fig.8-3 再掲)



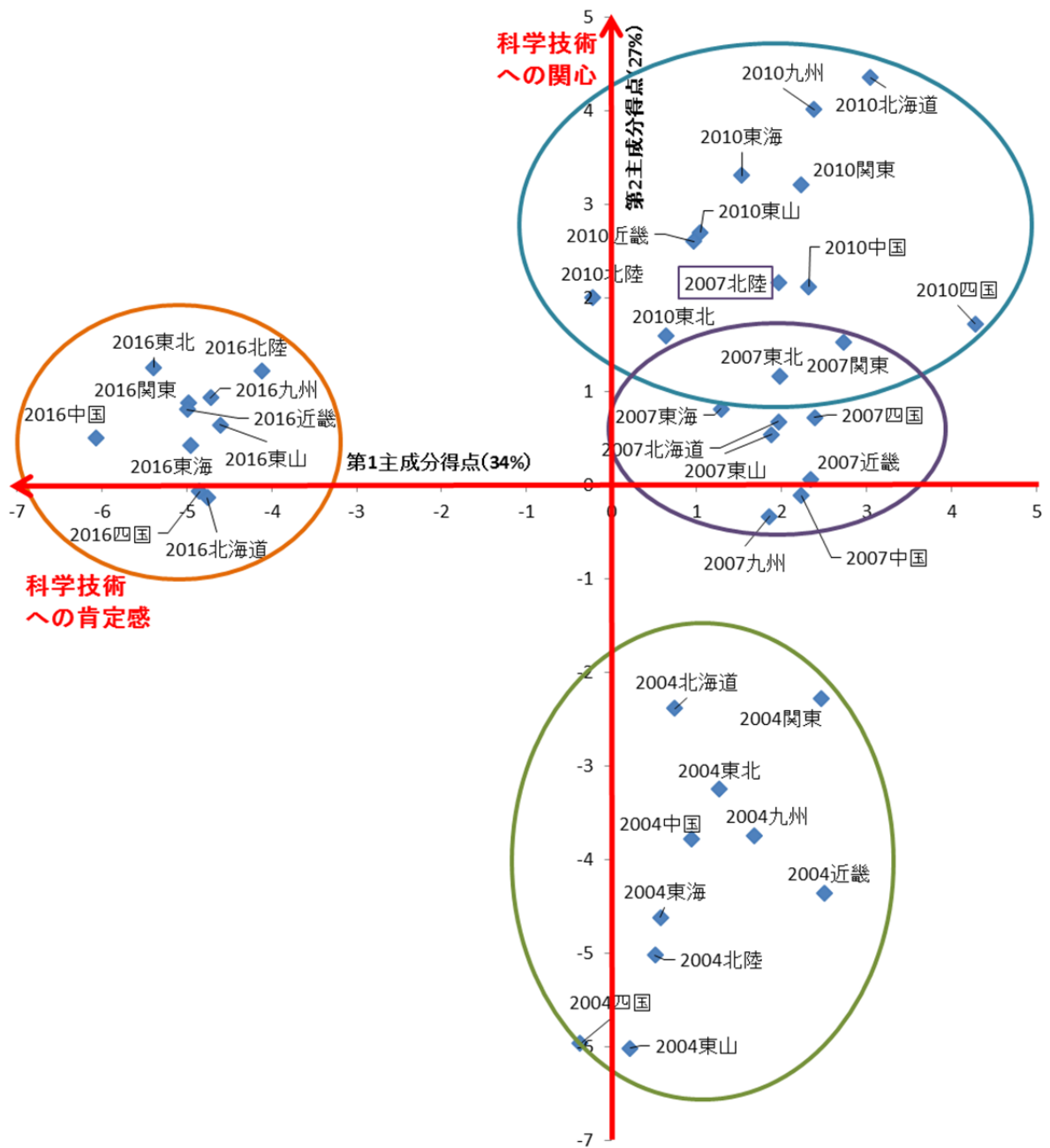
概要図表 7-4 2004-2016 年での日本の科学技術に関する国民意識(地域別)の PCA の主成分得点プロット(Component scores plot)①(出典:本文 Fig.8-4 再掲、東山地方:山梨県・長野県・岐阜県)



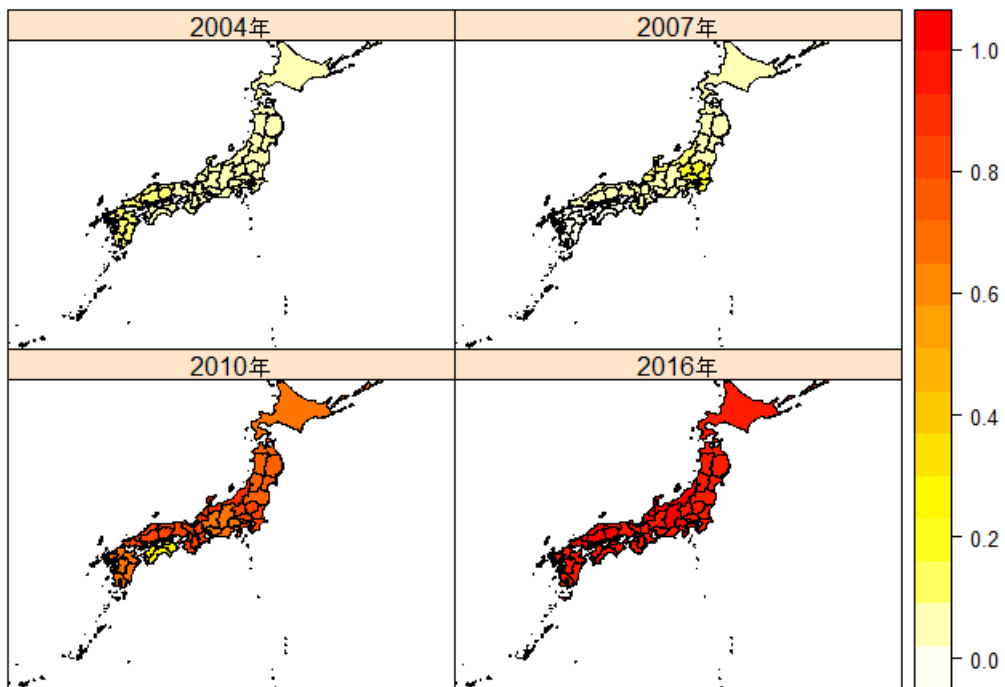
概要図表 7-5 2004-2016年での日本の科学技術に関する国民意識(地域別)のPCAの因子負荷量プロット(Variable loadings plot)②(出典:本文 Fig.8-5 再掲)

最後に、日本-EU比較のカルトグラムに相当する図として、概要図表 7-4 及び概要図表 7-6 における地域別 PCA の第一主成分得点を描画すると概要図表 7-7 及び概要図表 7-8 となる。

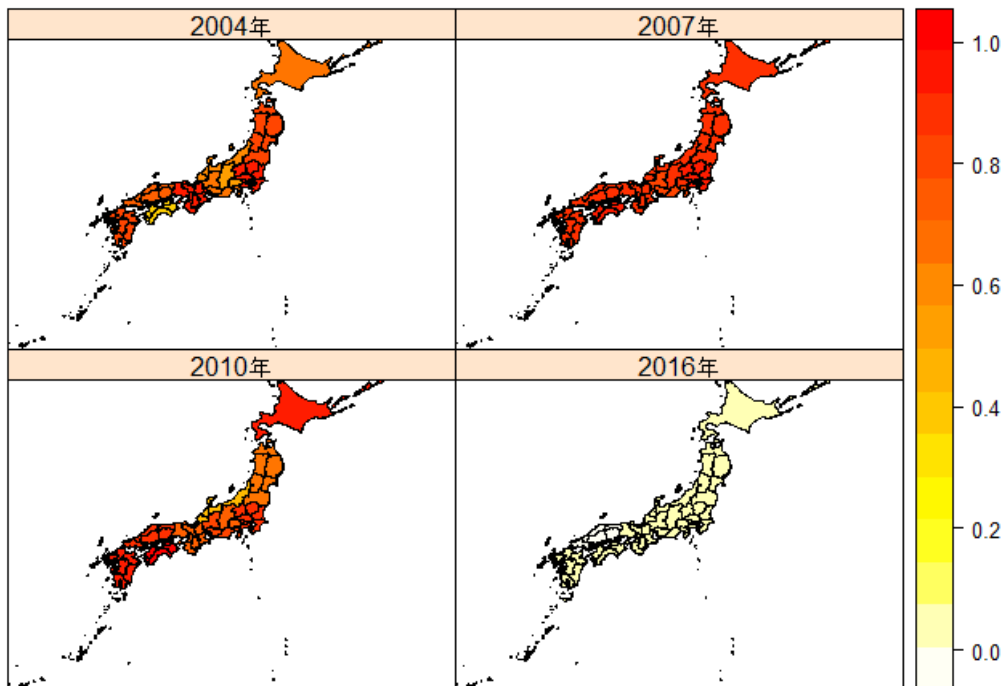
概要図表 7-7 及び概要図表 7-8 から、観測時点間の傾向差は比較的大きい一方、地域差は小さいように思われる。



概要図表 7-6 2004-2016年での日本の科学技術に関する国民意識(地域別)のPCAの主成分得点プロット(Component scores plot)②(出典:本文 Fig.8-6 再掲、東山地方:山梨県・長野県・岐阜県)



概要図表 7-7 2004-2016 年での日本の科学技術に関する国民意識(地域別)の PCA の第一主成分得点「科学技術への良い印象」の地域別変化(出典:本文 Fig.8-7 再掲)



概要図表 7-8 2004-2016 年での日本の科学技術に関する国民意識(地域別)の PCA の第一主成分得点「科学技術への肯定感」(逆向き)の地域別変化(出典:本文 Fig.8-8 再掲)

3. まとめ(Summary)

(1) 科学技術に関する国民の意識に関して、日本(インターネット調査,2016年)とEU加盟国(世

論調査,2014年)を比較したところ、日本は英国の状況に向かっていると判明した。また、日本は他のEU加盟国に比べて科学技術への意識が高いとはいえない。一方、科学技術に対する意識の多様性では日本は非常に高く、今後、日本の科学技術への意識が高まる余地は大きいと考えられる。

(2) 日本国内の意識の時間的な変化(世論調査)では、若い世代の科学技術離れなどもおさまり、全般的に年月とともに科学技術に対する関心や理解などは高まってきた。一方、日本国内で科学技術関心度は世代効果が強く、科学技術への意識全般が高いのは男女ともに50歳代以上である。また、人口の多い団塊の世代(70歳代)の影響が非常に大きいと推測される。このままでは近い将来、日本の科学技術関心度全体は低下傾向に転じる可能性がある。

(3) インターネット調査は廉価で迅速であり、おおよその全体傾向の瀬踏みとしては活用できる。実際に、熊本地震やノーベル賞受賞に関する調査研究などの観測値の変化を迅速に把握する必要がある場合には有効な調査手段と考えられる。

1) 一方、インターネット調査の観測値には母集団代表性に乏しく、大きな偏りが生じる。そして、現在までインターネット調査の観測値から、偏りと推定量(観測値から得られる平均など)とを明確に判別する方法は存在しない。

2) 本稿ではインターネット調査に加えて、世論調査の集計表から分析を行ってきた。マイクロデータ(個票)の情報がなく、変数間の関係がわからない。日本政府の世論調査の集計表には2元クロス集計表も附与されているが、3つ以上の変数が関係する場合、本稿の水準のデータでは分析できない。主成分分析などについても、本来、マイクロデータからの分析が科学的に正しい。

一般的に、回答者の同意を得ていない、将来の世論調査の回答率が低下するなどの理由から、これまで世論調査のマイクロデータは基本的に公開されなかった。しかし、これでは政府統計調査のようにデータは蓄積されず、オープンイノベーションも起きにくい。

世論調査のマイクロデータを公表しても、個人特定性の極めて高い特殊な質問が存在しない限り、僅かな回答者属性情報から回答者個人の特定は技術的に不可能と考えられる。また、質問票に対して弁護士などに相談することで、法的に確認をとることもできる。

実際、2013年のSciREX/PESTIの世論調査では、事前に法的確認を行った上で、結果報告だけでなく、回答者個人が特定不可能な形でマイクロデータを公表しており、本稿など他の科学者にも活用されている。

今後の課題として、以上の結論に科学的正当性を伴うものとするためには、世論調査の実施とそのマイクロデータの分析が必要不可欠である。

また、世論調査の更なる活用のためには、マイクロデータが活用できる環境整備も必要となると考えられる。