

人材の確保が必要で、新たな人材を育成していくことが大きな課題となる。

まず、ポストクを採用し、研究への参加と研究成果の PR を通じて育成・指導に力を入れた。研究開発に加わった研究者が、見識を高め、研究に関連した大学の准教授・専任講師・助教などとして採用された者（北陸先端科学技術大学院大学、長岡技術科学大学、東北工業大学等）、大手企業の研究室の研究者として採用された者（3名）がおり、研究ネットワークの拡大につながった。

また、石川県 IT 総合人材育成センター、北陸先端科学技術大学院大学が行っている MOT 研修（土日中心に約6カ月）を研究者等に受講させ、経営的な知識の増強と研究開発に対するマネジメントの手法を学ばせ、研究開発に活用させるとともに、企業、大学等とのネットワークの拡大を図った。この MOT 研修に病院の理事長が参加しており、その人的つながりを通じて新規のバイオセンサの開発に展開していった。

## b) 臨床検査技師の育成

脳磁計（MEG）の研究と実用化の関連では、脳磁計測、脳磁図の解析、医者に報告できる臨床検査技師の育成を目指して、臨床検査技師を教育してきた。神経生理学の学習、データ解析の実施、専門学会への参加等による見識の高揚と、脳磁計測・データ解析の実施による経験を積み重ね、日本臨床神経生理学会学術大会で研究開発の成果を発表するに至った。

## c) 保健師の育成

本事業が目標としている「予防型社会システム」の構築において、特に脳の健康診断をベースとした地域の社会システムを構築していくためには、ある地域をプロトタイプとして活動させ、効果の評価、実証を行っていく必要がある。このため、脳健診の必要性への理解を高める意識啓発活動や、予防型社会に向けた日常活動の指導といった、地域に密着した活動のできる人材の育成が必要である。

そこで本事業では、地域脳健診の展開に併せて、日常の生活指導と脳健診の啓発普及活動、住民へのフォロー体制を構築するため、資格を持った保健師に、脳健診の必要性、内容、メリットと言った専門知識の習得から、日常生活へのフォロー等の活動ができるよう教育・育成し、脳健診をサポートすることが出来る人材を育ててきた。求められる能力は主に以下のようなものである。

- ・ 認知症の病態について知識を深めるとともに、認知症の早期診断・予防の重要性を理解する
- ・ 脳健診システムを理解し、住民への啓発活動を行う
- ・ 臨床心理士や作業療法士と認知症リハビリに関するプランを構築する
- ・ 地域住民を把握し、地域を巡回し検診のフォローアップを行う

この結果、七尾市中島地区を対象とした地域脳健診が軌道に乗り、啓発、フォローが効果的に行われている。さらに、60歳以上の高齢者全員の受診、定期的な受診に向け、一層の強化を図っている。

## （5）広域化、国際化の取り組み

### ①国際化の取り組み

知的クラスター創成事業に関連する分野の中でも、超電導量子干渉素子（SQUID）による脳磁計測機器（MEG）の研究開発拠点の集積と実用化のポテンシャルにおいて、石川県は高い国際競争力を有している。SQUID 技術による脳磁計の領域に取り組んでいるのは、世界的にみて米 BTI

社、フィンランド Neuromag 社の2社だが、これら競合がベンチャー企業であるのに対し、日本では大手メーカーである横河電機(株)が取り組んでおり、今後の臨床向け普及段階において強い国際競争力を発揮できる可能性がある。知的クラスター創成事業の下で、すでに金沢市と近郊には、研究用脳磁計サイトが3カ所あり、世界で最も集積密度が高い地域となっている。



図5-7 金沢工業大学を中心としたMEGによる共同研究ネットワーク

またこれに加えて、図5-7に示すように、金沢工業大学をハブとして、日本、米国、ドイツ、オーストラリア、台湾の5カ国・7つの大学・研究機関に脳磁計が設置され、超高感度脳磁計測システムを活用した認知科学・脳科学・言語科学等の国際研究ネットワークが形成されつつある。これらの研究機関では、研究知見を相互に蓄積すると共に、脳磁計のアプリケーション開発や標準化に取り組んでいくことを目指している。最近の例では、2006年に、オーストラリア・マコーリ



図5-8 MEGによる研究風景(マコーリ大HPより)

大学に成人用のMEGを設置した金沢工業大学マコーリ大学脳科学研究所が開設され、MEGを活用した認知科学の研究が始まり、また2008年には小児用のMEGも合わせて設置され2台のMEGでの研究がなされている(図5-8)。

2008年9月、中央研究院(台湾)で開催された「認知科学へのMEGの応用」に関する国際会議には、当クラスターからも研究者を派遣し、今後の連携の強化を図った。この会議では従来の解析の手法に加え、周波数領域での解析が多く報告されたが、臨床場面でのMEGの適用を考えたときに重要であると言える。

## ②広域化の取り組み

北陸地域では、さまざまな地域クラスター化の取り組みにおいて、すでに行政区分を超えた広域連携が自発的に行われている。

平成 14 年には、産学官有志の呼びかけにより、北陸ライフケアクラスター研究会（理事長：太田富久・金沢大学薬学部教授）が発足し、経済産業省「産業クラスター計画」と連携して、北陸地域全体にわたる会員企業の産学官連携研究開発や事業化を支援する取り組みを推進してきた。同研究会は平成 19 年に NPO 法人化し、共同研究からマーケティング、市場化支援まで取り組む事業体としての自立的経営基盤を確立している。

知的クラスター創成事業の第 I 期においても、石川・富山の両クラスターにおいて、相互にメンバーを得るかたちで、県を超えた組織化が行われてきた。こうした広域連携の相乗効果を高めるべく、平成 19 年度からは、石川知的クラスターの社会システム研究会と富山知的クラスターの BME 研究会とが共同して、研究会・セミナー等の合同開催を実施しており、両地域の産学官関係者の交流と広域ネットワークの形成を推進している。以上のような相互連携への取り組みが、予防・健康分野での第 II 期の石川・富山の広域クラスター化へ結実している。

このほか、平成 20 年 7 月には、日本海沿岸の 7 大学 + 2 TLO（弘前大学、新潟大学、新潟薬科大学、富山大学、金沢医科大学、金沢大学、石川県立大学、新潟 TLO、金沢大学 TLO）が連携し、「日本海地域大学イノベーション技術移転機能」を発足、バイオ・ライフサイエンス分野に特化した専門人材を配置し、技術移転を促進しようという活動がスタートしている。

## （6）本事業による地域への波及効果

本事業では、当初より「社会システム研究会」を組織し、本事業の事業化デザインのあり方、石川県における地域クラスターのあり方について、政策提言やアクションプランの検討等を行ってきた。こうした提言は、地域のクラスター計画に前向きに活用され、平成 17 年 3 月に策定された「石川県産業革新戦略」において、本事業を中核プロジェクトとする「予防型社会創造産業の創出」が、地域における新たなクラスター計画の柱として明確に位置づけられ、これにより本事業の地域における役割の重要性が明確化し、研究者や参加企業にも、明確な動機づけを与えることができた。

### a) 事業化・技術移転の波及効果

本事業では、医療関連分野という特性から、投資から収益を回収するまでのサイクルが他分野に比べて長くかかるものも多いが、脳磁計測システム、バイオセンサ、ヘルスケアシステムなど、各テーマですでに製品の開発販売が見込まれている。加えて、関連ベンチャー企業の創出、アンカー企業としての役割が期待される大手企業の拠点誘致の成功、新たな大学連携インキュベータ「i-BIRD」との連携による食品など周辺分野やサービス連携への可能性の広がりなど、雇用創出も含めた地域全体の活性化につながる動きが活発化している。

また、IV 章で述べたように、本事業との直接的・間接的な係わりの中で、北陸先端科学技術大学院大学、金沢工業大学、金沢大学、金沢医科大学といった主要大学から、バイオ系の大学発ベンチャーが次々と創設されており、事業展開や技術移転が行われている。

### b) 政策的・社会的効果

「予防型社会」の実現に向けて市民や医療機関の参加協力を得て事業を推進することを通じて、産学官民連携により地域ブランド化や地域アイデンティティ化が目指された。地域の健康増進・自立への意識が高まり、モデル地域としての注目度や付加価値が高まることで、経済面でも比較優位に結びついていくことが考えられる。また直接的には、公共医療費削減につながっていくこ

とも重要なアウトカムである。

本事業からの積極的な働きかけの中で、平成 18 年度から、県の産業政策と健康福祉政策とが組織の壁を超えて、本事業との連携を進めている。県の健康福祉部との連携により、市民や医療機関等の参加を得た実証実験が広がりを見せ、産業政策の枠組みに留まらない「予防型社会の地域ブランド化」への意識が醸成され始めた。

認知症の早期診断プロトコル開発の一環として、平成 18 年から地域の自治体（七尾市）との協力関係の下、地域住民を対象とした「脳健診」の試行が始められた。こうした過程で、本事業に対する住民の理解と参画意識が向上しつつある。一般市民への公開シンポジウムの開催なども併せて、本事業の展開は、地域住民への「予防型社会」への意識の喚起につながっている。

### c) 数値化された効果

現段階で具体的な効果が考えられるものを以下に示した。

領 域	効 果
事業化・製品化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・脳磁計（MEG）に関しては、横河電機ライフサイエンス事業部が、開発・生産設備を持つ事業拠点を金沢に進出し、平成 22 年度の売り上げ 150 億円を目指している。</li> <li>・本事業の成果の一部は、より速やかな経済効果を発揮させるべく、地域新生コンソーシアムなど他プロジェクトへ申請し採択されている。平成 17 年度採択の「脊髄誘発磁場計測装置の研究開発」では、日本市場で 15 億円/年の販売を目指している。</li> <li>・バイオセンサの開発から、バイオセンサ用印刷電極（DEP CHIP）が製品化されている。現在のところサンプル出荷で、売上げは平成 17 年度 123 万円、18 年度 421 万円、19 年度 709 万円、平成 20 年度 9,613 万円で、累計約 11,000 万円であった。この電極を用いることで、簡便で高感度なバイオセンサが実現可能なことから今後の市場の広がり期待が持てる。</li> <li>・事業化に近い成果としてベータアミロイドやタウ蛋白などを蛍光で測定する小型（A4 サイズ）蛍光検出装置、病院等で臨床試験段階に入った健康関係の在宅健康モニター、ウェアラブル活動計測装置、さらにはグループホームでの見守り支援システム、メンタルヘルスケアプログラムなどがあり、具体的な市場・売り上げが見込まれている。             <ul style="list-style-type: none"> <li>・「ナノバイオ動物代替デバイスによるライフケア製品の評価と開発」では 240 億円規模の日本市場が、「小動物用心磁計の研究開発」では 25 億円規模の日本市場があり、これら市場と海外市場への事業展開と売り上げが見込まれている。</li> </ul> </li> </ul>
企業誘致による経済効果	<p>知的クラスターへの参加を契機として、横河電機(株)が脳磁計（MEG）の開発・生産をするライフサイエンス事業部を金沢テクノパークに進出させた。この進出に際しては 100 億円が投資され、大きな経済効果があった。</p> <p>平成 22 年度の事業部全体での売り上げ 150 億円、500 人規模の雇用創出を見込むなど、今後も大きな経済効果が期待される。また、同社と地元企業との取</p>

	引もすでに始まっており、地域経済への波及効果が見込まれる。 ちなみに、平成13年から平成18年の都道府県別医療機器生産額の変化率(財団法人医療機器センター資料「薬事法と医療機器産業の動向」2008.9.17)で、50%以上増加した9県のうちの一つとして石川県がカウントされている。
地域脳健診による住民の健康に対する意識の向上	七尾市で実施している「脳健診」では、18年度は年間413人、19年度は839人、20年度は584人となり、順調に健診を進めてきている。この健診事業を進めるには住民の前向きな協力が不可欠であり、市民公開講座などを通じて理解を求めてきた。その結果、多くの地域住民の参加意識が高まった。

## (7) 研究開発による成果、効果

研究開発計画としては、(1)項でも述べたが、認知症早期診断の4テーマ(医学研究、MEG、バイオセンサ、情報統合技術)を主体とし、その中でも要素技術として競争力のあるSQUID(超電導量子干渉素子)を応用したMEG(脳磁計)の開発には最も大きな期待をかけ、テーマ数・経費的にも注力し、相応の成果を得た。さらに、予防型社会を目指すものとして、健康維持・予防、介護に係る2テーマ(ユビキタスヘルスケア、アウェア技術)と、SQUID、MEGを活用した2テーマ(メンタルヘルスケア、小動物)についても、医療あるいは介護の現場において有用性の検証を行った。

### ①主要な研究成果

研究テーマごとの成果は②に示すが、特筆すべき成果を以下に記す。

#### a) 超電導量子干渉素子(SQUID)の応用開発

金沢工業大学・横河電機の医療用MEGのSQUIDセンサは、外来ノイズに強い軸型グラジオメーター方式を採用しているが、このセンサ間のスペースに、小型に構成できるマグネトメーター式センサを配置して、320chと計画当時世界最高の分解能を有するMEGシステムの技術を完成させた。この技術は共同研究企業の横河電機(株)に技術移転され、現在世界最高分解能の440ch MEG、ならびに400ch MEGが研究機関向けに納入された。

認知症早期診断プロトコルの開発では、記憶に係る複雑なタスクは高齢の認知症患者には難しいと判断し、負担の少ない安静時の自発性脳磁や、簡単な視覚、聴覚、体性感覚刺激の誘発性脳磁に焦点を当てて検討した。目の開閉に伴う自発性脳磁場のアルファ帯域の強度および脳部位上の分布パターンの変化、また、オプティカルフローや仮現運動という視覚刺激によって誘発される脳磁場の周波数解析が、診断に有用という結果を得た。

SQUIDのMEG以外への応用も成果をあげた。東京医科歯科大学整形外科との共同研究による脊髄磁場測定装置は、観測領域が狭い脊髄磁場から最大限の磁場情報を取得するため3軸方向の磁場を同時に測定する「ベクトル差分型磁束計」を新たに開発し、世界で初めてヒトの脊髄磁場の観測に成功した。平成18年度～19年度の経済産業省地域新生コンソーシアム採択を得るなどして、当初の座位型から、より密着性の高い仰臥位型への改良試作を行い、90%近い診断可能性と測定時間10分を実現した。

医薬実験に使用する小動物用生体磁場計測装置(心磁計・脳磁計)は、金沢大学の21世紀COE「革新的脳研究」などとの交流からニーズとしてとらえたもので、ラット・マウス等ヒトに比べてはるかに小さい領域と小さい信号を扱うため、1cm角のシリコンチップ上に9chのSQUIDを集積し、優れた雑音特性(8 fT / Hz<sup>0.5</sup>)と1mmの位置分解能を実現した。心磁計は国立循環器病センター研究所、脳磁計は大阪市立大学医学部、さらに再生医療の計測として京都大学再生医

工学研究所に設置し、さまざまな知見が得られている。また、平成20年度には、University College Londonに小動物用脳磁計を設置し、金沢工大とUniversity College LondonとCentre National de la recherche scientifiqueの3者による聴覚機能の共同基礎研究を開始した。

#### b) バイオセンサの開発と新分野への応用

認知症のみならず、広く医療現場のためのセンサとしてPOC( Point of Care )対応型バイオセンサの開発を目指し、遺伝子センサ、ならびに免疫センサに取り組み成果を上げた。検出法として、二本鎖デオキシリボ核酸に対して吸着性のある電気化学活性物質を反応に用いることにより、ポリマーゼ連鎖反応による増幅産物の電気的な定量検出法を開発した。この独自の凝集法(第37回市村学術貢献賞)を電極と組み合わせ、認知症の発症リスクを唾液中のアポリポ蛋白質遺伝子の一塩基多型(SNP)から判定することができた。

電極上で抗原抗体反応を起こし、独自の金コロイド標識によるメタルイムノアッセイ法により高感度で変動係数の小さい免疫センサシステムを開発した。従来から広く使われているELISA法と比較して、サンプル量1/10、検出感度10倍、検出所要時間1/6の性能を実現した。

免疫センサのニーズ探索の結果、高血圧症の原因の一種である原発性アルドステロン症治療のための副腎腫瘍摘出手術時にコルチゾール濃度の迅速な測定が求められる事が分かった。感度より迅速性が重要なことからイムノクロマト法を応用し、5分以内、サンプル量10 $\mu$ l以内という要求を満たした。2病院で約40例の実証試験を行い、従来の検査手術の成功確率75%を99%に向上した。製品化のため協力企業で量産試作中であり、金沢大学と北陸先端科学技術大学院大学との特願2007-303112として特許出願済みである。

電気化学的検出法は構造と取扱が簡便であるが、高感度化と安定性向上のために、センサのトランスデューサ部分である電極の開発に注力した。インクの改良、電極形状の改良、対ノイズ性の改良等に加えて、生産技術開発に取り組み製造ノウハウの蓄積を行った結果、変動係数2%以下を達成し、平成17年12月から電極の販売に踏み切った。想定する用途は、研究用ならびに分析計用部品である。平成21年3月までに約113,000個の電極を出荷した。本事業により開発された電極を用いて、A社と酵素センサの共同開発を行った。この酵素センサは2年後を目処に製品化の予定である。

## ②研究テーマ別の成果

以下、研究テーマごとの主な成果を示す。

### 早期認知症診断支援システム及び認知症予防プロトコルの開発研究(医学研究)

研究代表者：金沢大学教授、山田正仁

#### ・地域脳(老化)健診「なかじまプロジェクト」

七尾市の理解と協力を得て2,500名規模の認知症「前向き研究」をスタートすることができた。今後も健診を継続させ、早期診断や予防介入の有効性、さらにはMEGの診断精度検証等に貴重な知見が得られ、地域の予防型社会への動きに繋がるよう期待している。

#### ・検体中に含まれる認知症関連因子と認知症との関係

検体(髄液・血液)の $\beta$ アミロイド重合反応度合いによる認知症診断法を開発(特許出願)した。認知症治療薬、予防サプリメントの評価試験に有用である。

#### ・臨床研究基盤の構築

「物忘れ外来」を使って臨床研究基盤の構築を行った。FDG-PET診断、髄液によるベータアミロイド/タウ蛋白検査(ELISA)等により90%以上の高い診断精度を得た。この基盤に立ってMEGなどの機器の診断有用性試験に協力した。



タッチパネル式認知症  
検査システム  
(株) COM-ONE 提供)



地域脳健診  
(なかじまプロジェクト) 風景

**脳健診のための超高感度磁場計測制御技術の開発と新分野への応用研究 (MEG)**

研究代表者：金沢工業大学教授、賀戸久

・深部対応型 MEG

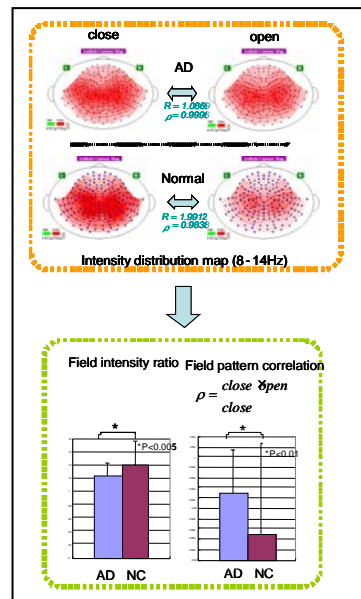
深部対応 320 ch 脳磁計 (MEG) の完成度を高め、その技術を A 大学向け 440 ch、B 研究所向け 400 ch システムに結実させ世界最高分解能の横河電機(株)製脳磁計として納入を実現した。また、周辺技術として開発したノイズキャンセラー、液体 He 消費削減用回収ポンプシステムなどは、新型医療用 MEG(160ch)への採用が決まっている。



脳磁計 (横河電機提供)

・MEG による認知症早期診断プロトコルの開発

目の開閉に伴う自発性脳磁場のアルファ帯域の強度および脳部位上の分布パターンの変化が、健常者と認知症患者とで差があることを発見 (右図)。また、複数パラメータによる診断が精度を上げることも分かった。オプティカルフローや仮現運動という視覚刺激によって誘発される脳磁場の周波数解析から、認知症患者に特有の指標を発見した。しかも、その指標は、認知症患者に特徴的とされてきた脳 (海馬傍回) 萎縮と相関はなく、MRI による脳画像だけでは認知症の診断はできないことが明らかになり、MEG による診断の有効性・必要性が示された。その他、体性感覚誘発脳磁場や聴覚誘発脳磁場、さらに海馬にターゲットを絞った遅延見本あわせ作業時の脳磁場の解析から、認知症早期診断の可能性を検討したが、被験者の負担が少ないという意味で、周波数領域に着目した上記2つは有望であり、早期診断プロトコル開発の大きな成果といえる。



自発脳磁の強度分布とその指標化

・脊髄磁場測定装置

世界で初めてヒトの脊髄伝搬磁場の測定に成功し、東京医科歯科大学整形外科との共同研究で脊髄損傷個所の診断に有用であるとの成果を得た。横河電機(株)が技術移転を受け、石川県新豊かさ創造プロジェクト推進事業資金を得て実用化に取り組んでいる。



脊髄磁場計測装置

・脳磁図用の小型 MRI (0.15 T 永久磁石式)

試作改良品では、画像のノイズとアーチファクトが著しく低減し、頭部の解剖学的断層図は、脳磁計データのマッピング用として使えるレベルとなった。今後は、手術室内で使用できる高画質の小型機の開発を目指す。



フラックスゲート装置



小型MRI装置

**脳健診のための高機能バイオセンサの開発と新分野への応用研究 (バイオセンサ)**

**研究代表者：北陸先端科学技術大学院大学准教授、高村禎**

・POC 対応型遺伝子センサの開発

アポリポ蛋白 E 遺伝子検出のため、凝集法 (第 37 回市村学術賞貢献賞を受賞) を用いた電気化学的検出法を確立した。要素技術である印刷電極は生産技術も確立し、DEP チップの市販に踏み切った。

・POC 対応型免疫センサの開発

認知症原因物質である  $\beta$  アミロイドの検出のため、当初は免疫電気泳動法と蛍光検出器を用いたシステムを試作したが、検出感度は 100pg/ml であった。目標の数 pg/ml 実現のため、遺伝子センサと同様電気化学的検出法に変更し、金コロイド標識を用いることで目標を達成した。従来法の ELISA に比較して、サンプル量は 1/10、検出感度は 10 倍、検出時間は 1/6 の見通しを得た。

・バイオセンサ用高感度小型蛍光検出装置の開発

当初 POC 対応免疫センサ用検出部としてスタートし、A4 サイズまで小型化した高感度蛍光検出器の二次試作が完了した。他の応用を探し、食品の GMO (遺伝子組み換え食品) 検査用に独自のフロー型 PCR 装置を付加したシステムを完成した。引き続き、大阪大学民谷研究室と連携して実用化を探っている。

・原発性アルデステロン診断用センサ

原発性アルデステロン症診断手術中にコルチゾールを短時間で測定するニーズに対し、イムノクロマト測定系を完成し 2 病院の臨床試験で有用性を立証した。引き続き、商用化へ向け企業による試作を実施中である。



作用極面積: 3.04 mm<sup>2</sup>

DEP チップ  
(角形汎用電極)

(有)バイオデバイステクノロジー提供



小型蛍光検出装置

**脳健診のためのネットワーク環境での情報統合技術の開発と新分野への応用研究 (情報統合技術)**

**研究代表者：北陸先端科学技術大学院大学教授、吉田武稔**

・タッチパネル式簡易認知症検査システム



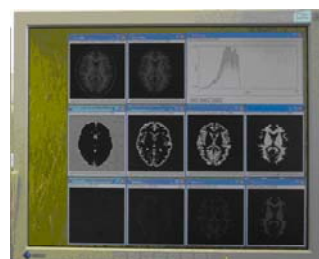
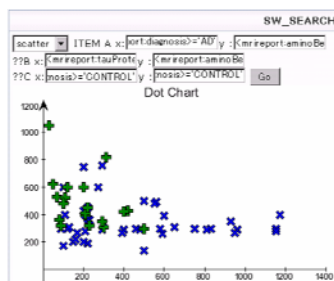
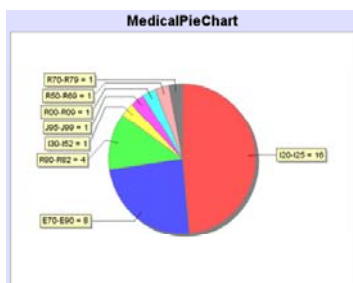
医学研究グループと共同でタッチパネル式簡易認知症検査システムの試作と改良を行った。中島地区地域脳健診での実使用しており、今後も長期にわたりこの前向き研究に使用する。装置のメンテナンス及び普及に向けて技術移転した。

・セマンティック Web 技術を駆使した利活用システム

脳健診と前向き研究を支援する情報システムの仕様を検討し、データベース構築及びサーバセキュリティの開発を行った。要素技術として、医師が目的に応じて意味検索できるように、コンテンツの自動処理に適したセマンティック Web 技術を駆使した利活用システムを MEG グループと医学研究グループに提供した。セマンティック Web 技術の実用化研究は世界的に見ても事例が少なく、その成果は意義深いものである。

・脳画像処理に関する実用化

脳 MR 画像のコンピュータ処理により、脳重層表示や神経線維の推定計算と可視化システムに続いて、灰白質、白質、脳髄液という 3 つの領域への分割を高精度に行う新しいアルゴリズムを開発し特許出願した。



意味検索エンジンなどの要素技術

脳MR画像セグメンテーションシステム

**無侵襲生体計測法を用いた健康回復支援システムの開発研究（ユビキタスヘルスケア）**

**研究代表者：金沢大学教授、山越憲一**

・在宅長期ヘルスケアモニターシステムの開発

「トイレ便座を利用した循環情報計測」は体重・排泄量・排尿速度・血圧測定の目標を達成した。本研究では、「ホームヘルスケアのための便座内蔵血圧計測システムの試作」が評価され、日本生体医工学会より論文賞を受賞した。

「浴槽内心電計測を利用した心拍・呼吸計測と水没アラームへの応用」は心電から心電軸を求め水没を検知する方法は前屈時の判定ができず、心電の基線動揺から呼吸を推定する方法に変更して目標を達成した。

「枕を利用した睡眠時心拍・呼吸計測」は実用化プロトタイプを試作と評価を終え、睡眠時無呼吸症候群(SAS)自動解析プログラムを開発した。

金沢大学のモデルルームで試用し、統合化システムを構築した。本システムは富山県射水市民病院、宮崎県の藤本早鈴病院の2箇所に設置済で実証試験に入っている。

・ウェアラブルセンサによる循環・活動情報計測システムの開発

「携帯型循環動態モニターの開発」はアドミタンス法による無侵襲心拍出量計測法の改良、容積補償法による無侵襲連続血圧計測法の改良に関して完成し、組み合わせたシステムの試作と評価

に移った。

「携帯型姿勢・活動情報モニターの開発」は加速度センサとジャイロを応用し、高齢者の日常姿勢が高精度で計測できることを確認した。活動情報モニターは宮崎県の藤元早鈴病院で既にフィールド試用及び評価を実施中である。開発のため（株）TAK MEDICA 技術研究所を創設した。

事業化に向けて共同研究企業からなるユビキタスヘルスケア推進事業（POPIC 研究会）を立ち上げ、製品化プロトタイプを各種展示会に出展するとともに、販売や研究成果の管理を統括する株式会社 POPIC を設立したことにより、当初目標を達成した。



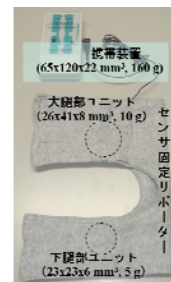
トイレシステム



浴槽システム



ベッドシステム

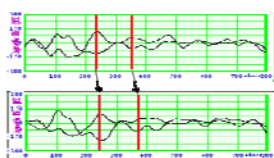


ウェアラブルシステム

### メンタルヘルスケアのエビデンスの計測と回復支援プロトコルの開発研究（メンタルヘルスケア）

研究代表者：金沢工業大学教授、近江政雄

- メンタルヘルスケアのエビデンスの脳活動による評価では、情動が認知過程に及ぼす影響を脳磁計、f-MRI で計測することがエビデンスとして有効であると分かった。実験プロトコルとして、RSVP（急速系列視覚提示）課題及び表情による注意捕捉課題を採用した。さらに、この手法は社会不安に対する心理療法の評価に利用できることを、会議・スピーチに対する不安をかかえる人を対象に確認した。一方、介護職員を対象とした職場でのストレス実態調査を行うなど、メンタルヘルスケアのニーズを把握し、開発した実験プロトコルによる計測法の簡略版や心理検査をEAP（従業員支援プログラム）企業とともに開発した。



MEG 計測データの蓄積



アンケート調査結果

### アウェアホーム実現のためのアウェア技術の開発研究（アウェア技術）

研究代表者：北陸先端科学技術大学院大学教授、國藤進

- グループホームでの介護問題解決方法論の研究と入居者・介護者の行動モデルの構築  
モニター映像の活用が、介護者に負担をかけずに入居者の自主性を保つ介護につながることを示した。  
RFID 技術を利用して行動情報を取得できるマット型検出装置をグループホーム「とまり木」に導入し、実験運用を行った。

- ・ グループホームでの介護支援システムの構築

入居者の「探し物支援システム」と「危険回避・通知システム」主要部分の試作が完成し、特許出願5件（3件特許取得、2件審査中）も行った。

コストダウンが課題で、モノ探しでは音源探査式の低コストシステムを考案した。

「介護支援ウェア・グループウェアの構築」はプロトタイプが完成し、実際のグループホームで検証を始めた。

上記研究において、多くの試作品を完成させることができ、グループホームでのフィールド試験から多くの知見を得ることが出来た。また、ウェア技術を駆使した見守り中心の介護支援システムの研究で國藤教授が情報処理学会からシニアリサーチャー賞、グループに対し、日本認知症ケア学会石崎賞を2年連続（2005、2006）、情報処理学会 DICOMO2008 の優秀論文賞を受賞した。



カメラによる見守り支援 Unit



マット型検出装置

### 小動物用生体磁場計測装置の開発（小動物）

研究代表者：金沢工業大学教授、上原弦

- ・ 小動物用心磁計の開発

1 cm 角に 9ch の SQUID を集積したチップによる試作を完成させ、日米欧医薬品規制調和委員会のガイドラインであげられている「非麻酔下での QT 延長測定」と「モルモットでの QT 延長測定」に成功した。また、ラットの薬剤投与に伴う心磁波形の QT 時間の延長や、人工的に心筋梗塞を持たせたラットの期外収縮に伴う心磁の測定にも成功した。本研究は、地域新生コンソーシアム（平成 18 年度）に移行し、国立循環器病センターにおいて心磁図と心電図を同時計測し、両者に高い相関があることを世界に先駆けて示した。

- ・ 小動物用脳磁計の開発

ラットの聴性誘発磁場、視覚刺激誘発磁場などの再現性の高い計測に成功した。刺激装置や刺激のプロトコルを改良するとともにセンサもラットやマウスの脳磁の測定に最適化したものを試作した。刺激装置や刺激のプロトコルを改良し、最終年度には、横河電機(株)とイーグルテクノロジーに技術移管を行い実用化がなされた。



小動物用生体磁場測定装置



非磁性精密ステージ

## VI 今後のクラスター構想、計画について

### (1) 今後の地域クラスターの展望

本地域ではすでに平成 20 年度から、富山県との連携による第Ⅱ期知的クラスター創成事業「ほくりく健康創造クラスター」がスタートしている。知的クラスター創成事業は、第Ⅰ期から「石川県産業革新戦略」において「予防型社会創造産業」の創出に向けた中核プロジェクトとして明確に位置付けられてきたが、第Ⅱ期も同様に「予防型社会創造産業」を先導していく役割を担う。第Ⅰ期と重複するテーマについては、平成 21 年度からの事業開始となるが、既に第Ⅰ期からの発展的移行が織り込まれた計画が始動している。

これまで述べてきたような第Ⅰ期の活動とその成果の勢いを加速するためには、第Ⅱ期が重要である。立ち上げ重視の第Ⅰ期に対し、第Ⅱ期には加速するための一段のパワーアップが望まれる中で、石川県では、平成 20 年度に、新たに「活力ある地域産業創出推進会議」を設置するとともに、「予防型社会創造産業」の取り組みを強化するため、経済産業省支援の下で全国最大規模となる 200 億円規模の「いしかわ産業化資源活用推進ファンド」を創設し、その運用益により、「医商工連携」による新商品・新サービスの開発を支援し、裾野産業・既存産業や地域コミュニティへの事業の広がりを促進していく方針である。

今後はさらに、国際競争力のある先端技術の実用化を推し進め、世界的な競争優位の確立を目指すとともに、より多くの地域企業の参画を得ることで、地域を挙げて層の厚い「予防型社会創造産業」の創出を進める必要がある。そのような観点を重視し、富山県と共同で計画を進めてきた「ほくりく健康創造クラスター」が第Ⅱ期に採択されたことで、いよいよ知的クラスター形成に向けて本格的離陸が始まったと捉えている。

### (2) 知的クラスター創成事業(第Ⅱ期)の展望

#### ①クラスター計画のコンセプト

これまで、石川、富山地域において取り組んできた知的クラスター創成事業で構築してきた産学官連携基盤をベースに、石川・富山地域にある電子電気、機械、プラスチック、化学、情報システム等の多様なものづくり産業の集積と脳・知識、医療・バイオ分野での医学・薬学の知的資源の集積を生かし、国際的競争力のあるライフサイエンス研究開発拠点を構築し、その研究成果を両県の機械産業、医薬品産業等に波及させるとともに、国際的な医療機器・医薬品産業を形成する。

さらに、裾野産業育成として、石川・富山地域の自然環境、農水産物、温泉等の特性を活かした機能性食品、ヘルスツーリズムなどの裾野の広い健康関連産業の創出を目指す。

#### ②事業概要

健康を創造するコンセプト実現に向けて、第Ⅰ期の知的クラスター創成事業の成果であり、かつ石川・富山地域が世界に誇れる領域である「石川ハイテク・センシング・クラスター」の脳機能診断や「とやま医薬バイオクラスター」の免疫機能診断に関する研究成果等をさらに発展的に展開する。石川県は臨床医学と物理・工学系の産学連携を背景とし、富山県は伝統的に強い医薬基盤技術を背景として、これらを融合して「医薬基盤技術を活かしたバイオ機器開発」と「イメージング診断機器開発」を行う。(図6-1)

これらの研究では、石川・富山地域にある優れた医学・薬学研究について、先端技術を応用して高度化するとともに、バイオインスツルメンツ(バイオ系先端機器)の開発・事業化につなげ、世界に通用する「ほくりく健康創造クラスター」の形成を目指す。

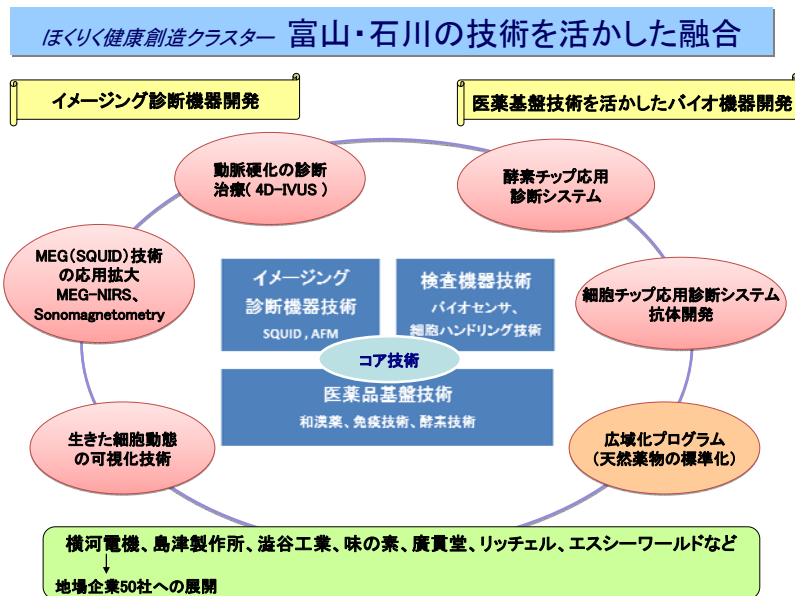


図 6 - 1

### ③事業推進体制

知的クラスター創成事業（第Ⅱ期）にあたっては、石川・富山地域を活動範囲とした地域産業の活性化のための唯一の公益法人である「財団法人北陸産業活性化センター」を中核機関として、事業を推進していく。同センターが、北陸地域における産業クラスター計画「北陸ものづくり創生プロジェクト」の中核機関でもあることから、産業クラスターと一体となったプロジェクトの推進が可能となり、知的クラスター参画機関・企業と、産業クラスター会員との間の有機的な連携が進み、広域クラスター形成の強力なエンジンとなることが期待される。

また、石川・富山地域のこれまでの知的クラスター創成事業の実績、今後の地域における産学官連携事業との融合を進めるためにも、両県における産学官連携の中核機関である、(財)石川県産業創出支援機構、(財)富山県新世紀産業機構（ともに第Ⅰ期の中核機関）が人的、資金及びノウハウを提供することで強力にサポートするなど、両県で強力なバックアップ体制を取っていく。

### ④研究開発プロジェクト

健康を創造するライフサイエンス研究開発拠点の形成を図るため、研究開発は、石川・富山の強みを生かして「医薬基盤技術を活かしたバイオ機器開発」、「イメージング診断機器開発」に絞り込んだ。このうち、「個の免疫医療システムの開発」、「アミノ酸メタボロミクスのための酵素チップの開発と診断・予防への応用」、「広汎性発達障害の診断・治療・経過観察総合システムの開発」は、第Ⅰ期で得た成果をさらに発展させるテーマとしての位置づけである。（表 6 - 1）

開発目標とするイメージング診断機器及び医薬基盤技術を活かしたバイオ機器については、機器として広く世界に市場展開されるが、地域内においては、脳・免疫及び血管関連の新しい診断薬、治療薬の開発・機能評価を支援するツールとしての活用が期待されるものと位置付けられ、石川・富山の優れた医学・薬学研究の進歩に貢献することが期待される。

表 6 - 1 研究開発テーマ一覧

ア) 医薬基盤技術を活かしたバイオ機器開発
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 個の免疫医療システムの開発</li> <li>・ アミノ酸メタボロミクスのための酵素チップの開発と診断・予防への応用</li> <li>・ 血液中の有核赤血球の回収・DNA分析システム</li> </ul>
イ) イメージング診断機器開発
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 広汎性発達障害の診断・治療・経過観察総合システムの開発</li> <li>・ 医工融合による動脈硬化の診断と治療の先導的研究 &lt;関係府省連携枠&gt;</li> <li>・ 生きた細胞の微細構造動態を高速撮影する顕微鏡の開発</li> <li>・ SQUID を用いた能動的磁気イメージング (平成 21 年度以降実施)</li> </ul>

⑤国際連携プロジェクト

平成 19 年度から、石川・富山広域クラスターを支援する基盤づくりを目指し、石川知的クラスターの社会システム研究会と富山知的クラスターの BME 研究会とが、研究会（セミナー等）の合同開催を実施しており、両地域の産学官関係者の連携と広域ネットワークの形成を推進している。これらの取り組みを発展させ、第Ⅱ期では両県が共同して「ほくりく先導型研究開発の国際連携拠点形成」を目指す。世界を先導して研究開発を展開することによってスタンダードとなるテクノロジーを確立することは、必然的に世界標準につながる。このことから、「標準化を制するものは世界を制する」という信念のもと、具体的作業として、国内外の研究機関・学会並びに企業との連携で推進する「MEG 標準化制定委員会」、バイオ研究用 AFM（原子間力顕微鏡）の世界標準として普及を図る「高速バイオ AFM 国際コンソーシアム」を展開する。

(図 6 - 2)

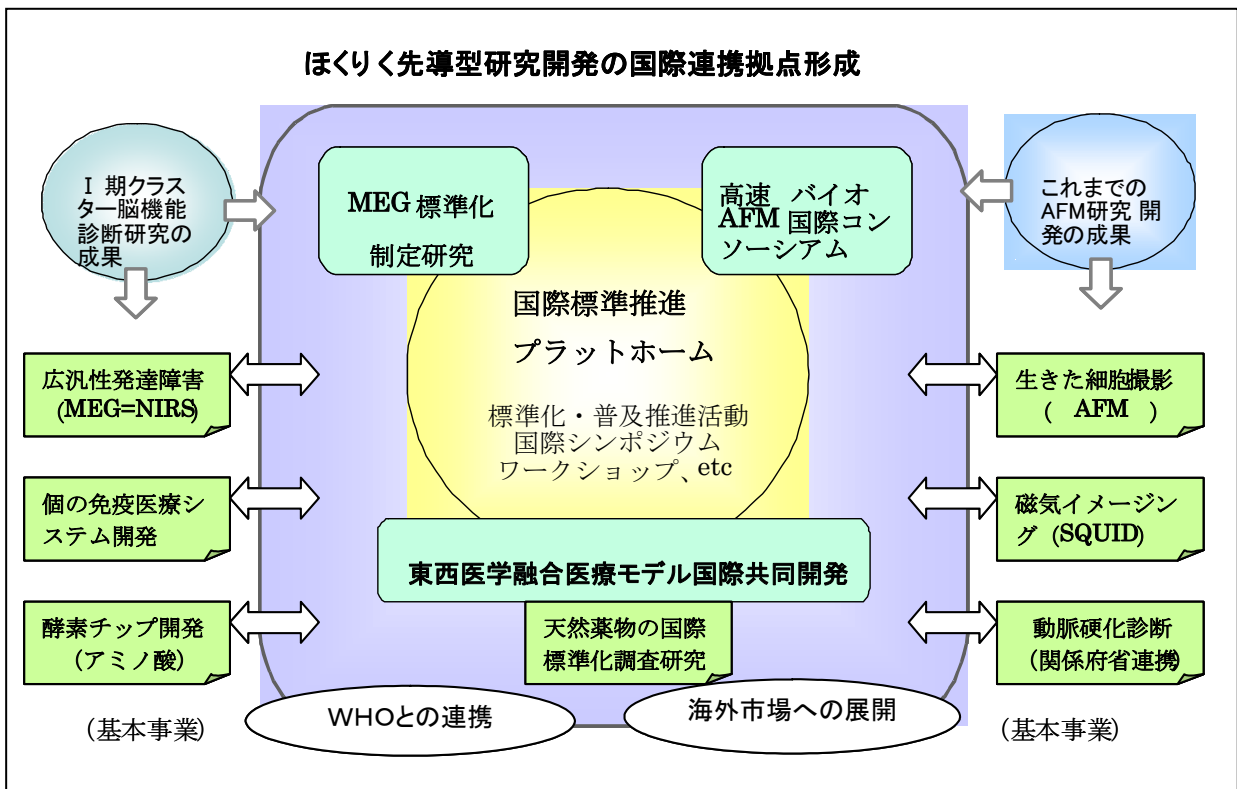


図 6 - 2 ほくりく先導型研究開発の国際連携拠点形成

## ⑥地域プログラム

知的クラスター創成事業第Ⅱ期の成果を着実に地域に根付かせていくため、幅広い分野の研究者に参加を求め、健康創造に関する幅広い検討を行う。

### 社会システム研究会：

第Ⅰ期に引き続き社会科学、経済学の研究者に、保健医療の研究者を加えて、健康創造と予防型社会構築に向けた社会デザインの提案を行う。(平成21年度より)

### 未病予防システム研究会：

大学や病院等の保健医学研究者による研究会を開催するとともに、富山県国際健康プラザや民間の健康増進施設において住民参加による「休養・栄養・運動療法の実践による健康づくりについての調査研究」を展開する。

図6-3に、第Ⅱ期知的クラスター事業「ほくりく健康創造クラスター」構想におけるロードマップを示す。

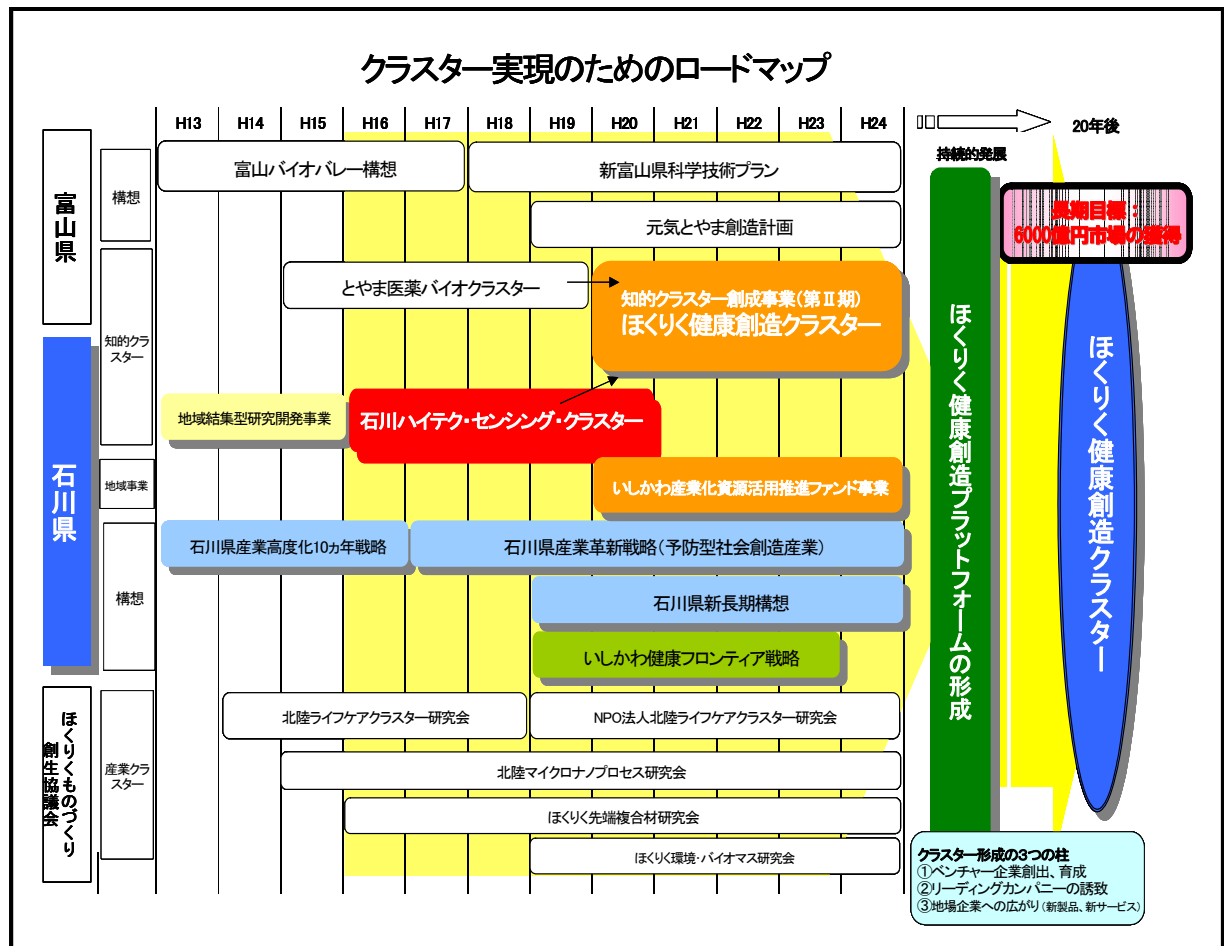


図6-3 第Ⅱ期知的クラスター事業「ほくりく健康産業創造クラスター」構想におけるロードマップ