研究組織（公募研究を含む）と各研究項目の連携状況

研究組織

本領域は、12 件の計画研究と 21 件（前期）、27 件（後期）の公募研究により推進した。平成 23 年度に計画班員の池谷、吉村、見学の３名が最先端・次世代研究開発支援プログラムに採択されたため、それぞれ金子、山中、山本を新代表者とする組織に変更した。また平成 26 年度に伊佐公募班員が他新学術領域に計画班員として移行した。これらの班員を以下の３つの研究項目に配置し、メゾ回路の解明を目指した。

研究項目 A01　メゾ回路の基盤構造と動態
研究項目 A02　メゾ回路の自己書き換え
研究項目 A03　メゾ回路の計算原理

連携体制

「研究領域の目的及び概要」「研究を推進する上での問題点と今後の対応策」においてすでに述べたように、当領域の特色は実験・理論における様々な革新的技術を集結することにより、従来不可能であったメゾ回路研究を推進することである。この目的を達成するためには、従来異なった研究分野において活躍していた計画班員、公募班員がお互いを良く理解し、さらにこれを堅実な共同研究に発展させることが不可欠である。そこで、領域発足以前より予定計画班員が３回にわたり会合をもち、それぞれの研究背景や研究計画を紹介するとともに、共同研究の可能性について議論した。さらに、公募班員も加えた領域会議においても、異分野間の相互理解、親睦を誘起するように工夫した。特に熱海で開催した 5 回の領域会議は同じホテルに全員が宿泊する合宿形式をとったが、研究の理解を深め人的な交流を促進するのに非常に有効であった。また、支援班を設け、実験・理論における最先端技術を領域内に普及できるようにし、技術支援のための研究打ち合わせ旅費を総括班から支援した。研究組織、各研究項目との関係および連携体制を図式化したものを以下に示す。

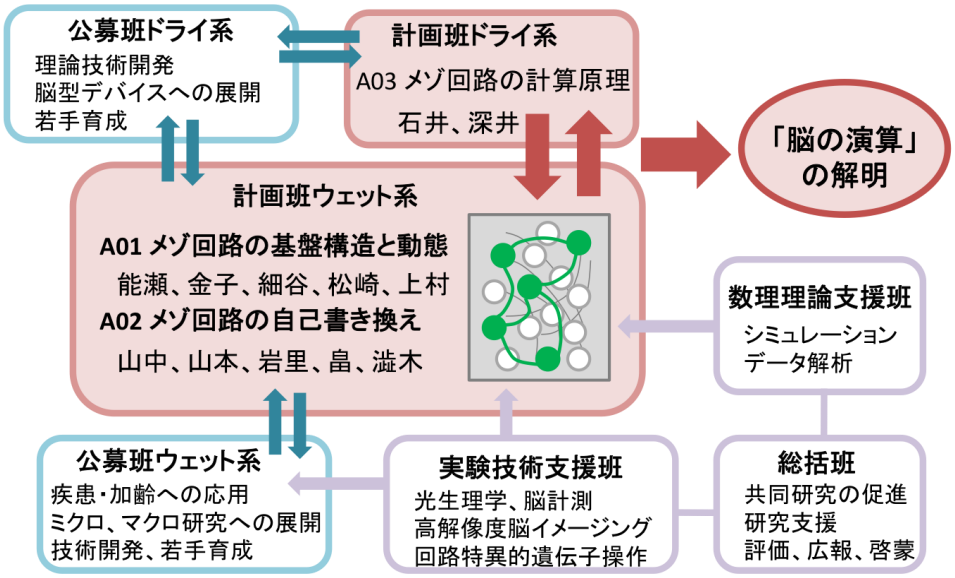

図 8：領域連携の組織図

領域会議等の活動内容

領域発足に向けた研究集会

2009 年 5 月 21 日「第 1 回メゾスコピック神経回路に関する研究合同集会」@東大・山上会館

2009 年 8 月 10 日「第 2 回メゾスコピック神経回路に関する研究合同集会」@ウェルシティ札幌

2010 年 2 月 20 日「第 3 回メゾスコピック神経回路に関する研究合同集会」@東大・山上会館

領域会議

第 1 回：2010 年 7 月 29 日 @ホテルさっぽろ芸文館（旧北海道厚生年金会館）

第 2 回：2010 年 10 月 19 日—20 日@KKR 熱海

第 3 回：2011 年 8 月 21 日—22 日@神戸国際会議場

第 4 回：2011 年 10 月 26 日—27 日@KKR 熱海

第 5 回：2012 年 7 月 24 日—26 日@仙台国際センター

第 6 回：2012 年 11 月 7 日—8 日@KKR 熱海

第 7 回：2013 年 9 月 21 日－23 日＠KKR 熱海

第 8 回：2014 年 9 月 29 日－30 日＠KKR 熱海

第 9 回：2014 年 12 月 11 日＠ホテル東京ガーデンパレス

連携状況

以上のような連携体制に基づいた領域活動の結果、70 件を超える領域内共同研究が開始し、順調に推進された。その成果はすでに 33 本の共著論文として発表されており、今後もさらに増える見込みである。具体的には以下のような共同研究が実を結んでいる。

１）実験・理論融合研究

理論家と実験家の綿密な議論により、神経活動測定から得られる膨大なデータを統計解析し、さらに各実験系に密着したモデルを構築することで、メゾ回路の特性を抽出するような研究が進展した（研究項目 A03 と A01，A02 間）。代表例として、カルシウムイメージングデータの解析から神経間相互作用の同定、グリアの機能同定を行った池谷（A01）、石井（A03）の共同研究（PLOS Comput. Biol.，2014 他）、同じく神経活動データから海馬演算回路のモデル化に成功した池谷(A01)、深井（A03）の共同研究（JNS，2011）、ショウジョウバエ幼虫の神経活動データから運動回路における機能的結合とそこに埋め込まれた力学構造の抽出に成功した能瀬（A01）、石井(A03)の共同研究(図９，投稿準備中、日本神経科学会，2014)などがあげられる。

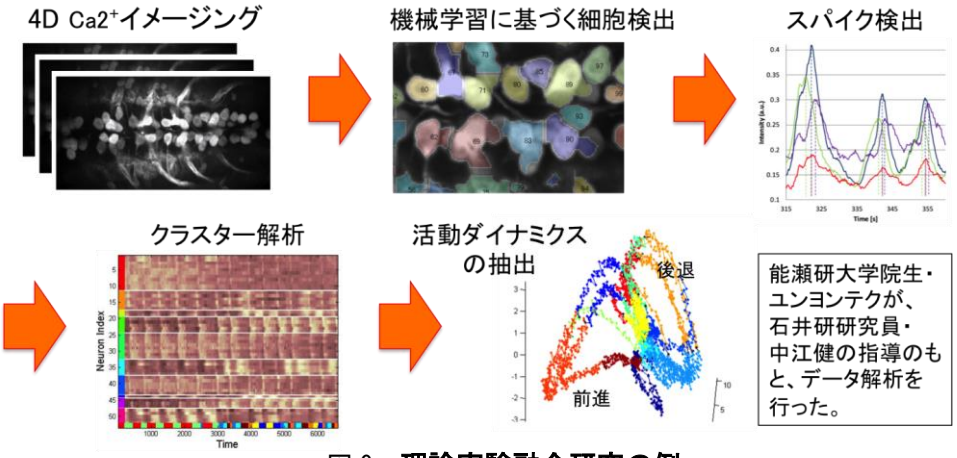

図 9：理論実験融合研究の例

２）分子−生理融合研究

分子遺伝学的アプローチを得意とする班員と生理学的アプローチを得意とする班員が協力することで包括的なメゾ回路研究に成功した共同研究も数多く推進された。特筆すべき成果として、岩里(A02)が作成した単一 NMDA 受容体ノックアウト細胞におけるシナプスの電気生理学的性質を吉村（A02）が解析した共同研究（Neuron, 2014）やプロトカドヘリンの脳機能を分子・生理融合研究により明らかにした澁木（A02)、八木(A01)の共同研究（Cell Reports, 2013）があげられる。また、上村（A01）と松崎(A01)の共同研究から、精密に調節した感覚刺激下での発火パターンと細胞内カルシウム応答の同時計測系が構築され、特徴的な発火パターンが定型的な行動の指令信号として働くことが示された（投稿中、日本神経科学会, 2014)。

３）実験研究間共同研究

その他の実験研究者間の共同研究も多数進展した。特に、異なる先端的技術をもつ実験家同士が、相互補助的に専門的知識と実験的知見を持ち寄ることで、研究が大きく進展した（研究項目 A01 内, A02 内、および A01・A02 間)。顕著な業績として、最新鋭のイメージング技術と in vivo パッチクランプ計測を組み合わせた、松崎(A01)−喜多村(A01)(Nature Neurosci., 2014)や池谷(A01)−喜多村(A01)(Science, 2012)の共同研究があげられる。また神経活動操作を可能にするプローブや遺伝子改変動物、組織特異的発現や解析を可能にする遺伝子改変動物等の共有（研究項目 A01 内, A02 内、および A01・A02 間）についても多数の共同研究が発展した。特に岩里(A02)が開発した組織特異的遺伝子発現制御を可能にする遺伝子改変動物や山中(A02)、八尾(A01)が開発した神経活動の光操作を可能にするプローブ・ウィルスベクター・遺伝子改変動物は多数の班員との共同研究につながり多くの研究成果を生んだ。

４）理論研究間共同研究

異なった理論解析技術をもつ班員間の共同研究も推進された。例えば、深井(A03)と石井(A03)は共同して神経活動データから背景にある神経回路のシナプス結合を推定する手法を開発した(Frontiers in Neuroinfo., 2014)。このような共同研究はメゾ回路解析のための強力な理論手法の開発において相乗的な効果を生み出した。

共同研究以外にも、技術支援のワークショップを開催することで光生理学等の実験技術の支援・共有を図るとともに、スクールを開催することで理論・実験間の相互理解を促進した。領域会議、ワークショップ、スクールにおいては、計画班、公募班の代表者だけでなく、関係する多数の大学院生や若手研究者なども議論や交流に加わっており、人的ネットワークを含め将来にわたって本研究領域の裾野を広げることに役立ったと考えている。

共同研究の一覧を次ページに掲げる。

共同研究一覧

実験ー理論		内容	論文・学会発表
能瀬(A01)	石井(A03)	ショウジョウバエ運動回路の活動ダイナミクスの抽出	*JNS meeting,* 2014
池谷(A01)	石井(A03)	多ニューロン活動データからの回路同定法の研究	Plos Comput. Biol., 2014
池谷(A01)	深井(A03)	多ニューロン活動データからの海馬演算回路のモデル化	JNS., 2011
西丸(A01)	小林(A03)	脊髄神経回路におけるシナプス入力の推定	*SFN meeting, 2014*
金子(A01)	青柳(A03)	相互結合神経回路の学習のシミュレーション実験	Front. Comput. Neurosci., 2014
金子(A01)	青柳(A03)、田中(A03)	フィードフォワード神経回路のシミュレーション実験	Neural Comput, 2012
松崎(A01)	石井(A03)	超解像によるスパイン画像解析	
高田(A01)	石井(A03)	fMRI 実験結果の統計理論解析	
他3件			
分子ー生理			
八木(A01)	澁木(A02)	プロトカドヘリンの脳機能に関する共同研究	Cell Reports., 2015
八木(A01)	吉村(A02)	プロトカドヘリンの脳機能に関する共同研究	Neuron, 2014, 他1編
岩里(A02)	吉村(A02)	NMDA 受容体 KO シナプスの電気生理学的性質の解析	Neuron, 2014
上村(A01)	松崎(A01)	パッチクランプ記録のための技術の提供	*JNS meeting,* 2014
西丸(A01)	八木(A01)	運動の発達分化におけるプロトカドヘリンの機能解析	
実験間			
松崎(A01)	喜多村(A01)	マウス運動課題装置の開発	Nature Neurosci, 2014
池谷(A01)	金子(A01)	海馬回路の記憶痕跡の再生に関する共同研究	Nature Neurosci., 2014
池谷(A01)	喜多村(A01)	海馬樹状突起の活動パターンの解析	Science, 2012
八尾(A01)	深澤(A01)	新規光遺伝学プローブの開発とその応用	PLoS ONE, 2012
深澤(A01)	松井(A02)	シナプスの3次元微細形態と生理学的機能の再構築	PNAS, 2013,他4編
東島(A01)	八尾(A01)	光操作新規プローブ、遺伝子改変動物の提供	Curr. Biol., 2013
山本(A02)	八木(A01)	プロトカドヘリン 9 の機能解析のための KO マウス作製	Biol. psychiatry, 2015
山本(A02)	木村(A02)	皮質内線維の伸張と細胞内活動の研究	PLoS One, 2013
山本(A02)	畠(A02)	視床皮質軸索の分岐形成に関する共同研究	PNAS, 2014
山中(A02)	松井(A02)	光操作を可能にする遺伝子改変マウスの提供	Neuron, 2014
岩里(A02)	西丸(A01)	各種遺伝子変異マウスの提供	JNS, 2014
岩里(A02)	平田(A02)	Supernova 法の提供	Cereb. Cortex, 2015
西丸(A01)	柳川(A02)	脊髄神経回路網の分子遺伝学研究と生理学研究の提携	J. Neurophy., 2011
平田(A01)	福田(A02)	嗅覚系軸索投射路に関する研究	Dev. Neurobiol., 2012
他40件			
理論間			
深井(A03)	石井(A03)	神経活動データからのシナプス結合の推定手法を開発	Front. Neuroinfo., 2014
青柳(A03)	田中(A03)	三体間相互作用によるアナログ情報の記憶の研究	Eur. J. Neurosci., 2013
小林	篠本	多細胞スパイク時系列データからシナプス結合を推定	*JNNS meeting, 2014*