

■シンポジウム The Joy of Neuropsychology

器質性脳病変から精神分裂病へ

—神経回路網的アプローチ—

倉 知 正 佳*

要旨：画像診断とオートラジオグラフを用いた精神分裂病への神経回路網的アプローチについて述べた。臨床症状と局所脳血流についての重回帰分析や反応時間施行時の脳の賦活領域から、「陰性症状」は上中前頭回と視床、「幻覚と自我障害」は上前頭回と上側頭回など、「注意障害」はとくに前部帯状回の機能状態と関連することが示唆された。Haloperidol 慢性投与による局所脳グルコース利用の変化は、腹側被蓋野—扁桃体外側核—視床—頭頂後頭皮質・前頭前野に生じることから、陽性症状に関する psychosis circuits があるとすれば、それらは主として扁桃体をめぐる神経回路のなかに存在すると推定された。

神経心理学 8:43~50

Key Words：精神分裂病, 神経回路網障害, 画像診断, オートラジオグラフ, 精神病回路
Schizophrenia, neural circuits, brain imaging, autoradiograph, psychosis circuits

I はじめに

これまでの神経心理学の主な対象は、器質性脳病変による言語、行為、認知や記憶の障害であった。脳病変の同定は、歴史的には脳の外観の肉眼的観察にはじまり、その後、Dejerineによって、脳の連続標本を用いて、2次変性を含めた徹底的な検索が行われた(倉知, 1982)。このような病理解剖学的方法は今日でも貴重であるが、近年ではさらに画像診断法の進歩により、脳の形態や機能状態を臨床的にとらえることが可能になり、それに伴って、神経心理学の対象領域も拡大してきていると思われる。精神分裂病もその一つで、今日では、X線CT(Johnstoneら, 1974), MRI(Suddathら, 1989, 1990), 病理標本の形態計測(Bogerts

ら, 1985; Brownら, 1986)などにより、前頭前野、前部帯状回、海馬旁回、扁桃体などに軽度の変化のあることが報告されてきている。神経心理学の課題が、心的機能の神経メカニズム、あるいは脳との関連においてさまざまな心的機能の成立の仕方を解明することにあるとすれば、MesulamとGeschwind(1978)が分裂病の試論も書いているように、分裂病は神経心理学の重要な対象の一つと思われる。ここでは、主に画像診断とオートラジオグラフを用いた検討から明らかになりつつある分裂病の神経回路網障害について、自験所見を中心に述べることにしたい。

II 大脳機能と精神活動

精神活動が大脳機能を背景にして成立する際

1992年2月7日受理

From Organic Brain Lesion to Schizophrenia: A Neural Network Approach

*富山医科薬科大学神経科精神科, Masayoshi Kurachi: Department of Neuropsychiatry, Toyama Medical and Pharmaceutical University, Toyama.

表1 大脳機能と精神活動

画像診断	精神活動
形態：X線CT MRI	I. 神経心理学的水準 言語、行為、認知、記憶 →失語、失行、失認、健忘症候群
機能：rCBF CMRO ₂ CMRGLc	II. 精神医学的水準 1. 意欲、感情、思考、注意 →自発性欠如、感情鈍麻、抑うつ、不安など →精神分裂病、うつ病、強迫神経症、恐慌性障害
神経伝達（受容体） DA D ₁ & D ₂ 5HT ₂ mACh Benzodiazepine Opioid	2. 幻覚、妄想、自我障害 →精神分裂病、複雑部分発作の精神症状 III. 人間学的水準 志向性 社会性（個と普遍） 生涯発達（ライフサイクル）

には、さまざまな統合の段階があると推定されるが、一応三つの水準に分けておきたい。(表1)。

第1は神経心理学的水準で、従来からの神経心理学の主な対象領域である。

第2は、精神医学的水準で、従来は精神症状学の対象とされてきた。それらに対する1965年までの神経心理学的見地からの検討結果は、大橋(1965)の「臨床脳病理学」の中で、「巢症状としての精神症状」としてまとめられている。今日では、画像診断法の進歩によりそれらの背景にある大脳機構の障害を明らかにしてゆくより大きな可能性が開かれている。なお、精神症状との対応としては、大脳の特定の部位だけではなく、神経回路網的アプローチが適していると思われる。

第3は、人間学的水準で、当面は、生物学的アプローチとはかなりの距離がある。

さて、精神分裂病の諸症状は主に第2の精神医学的水準の障害に属している。精神分裂病の病像には Kraepelin が重視した感情生活と意志の障害の側面と Schneider の一級症状すなわち、自我障害、幻聴や妄想知覚の側面があり、それぞれ Crow (1980) の陰性症状と陽性症状にはほぼ対応する。この両者の関連について

はほとんど不明なので、さしあたって陰性症状(徴候)と陽性症状のそれぞれについて、生理学的、形態学的、生化学的な多次元(神経心理薬理学的)検討をしていくことが必要と思われる。

III 臨床症状と画像診断との関連

臨床症状と画像診断との関連としては、Ingvar と Franzen (1974) 以来、いくつかの報告があり、われわれも、これまで患者の臨床症状と局所脳血流(rCBF)との対応を、¹³³Xe 吸入法や N-isopropyl-p-[¹²³I] iodoamphetamine (¹²³I-IMP) SPECT を用いて検討してきた。その結果、感情鈍麻などの陰性症状は前頭葉の低活性(倉知ら, 1990b; 鈴木, 1988; Suzuki ら, 投稿中; 湯浅ら, 1990)と、また幻聴は前頭葉の低活性を背景にした左側頭葉の高活性と関連することを示唆する所見が認められた(湯浅ら, 1990)。

最近、東芝GCA9300A という分解能5.9mmの高性能の SPECT 装置が開発されたので、当教室ではそれを用いて臨床症状と¹²³I-IMP SPECT の関連を再検討している(湯浅ら, 1992b)。これまでの結果を述べると、対象は検査に説明と同意が得られた、精神分裂病(DSM-

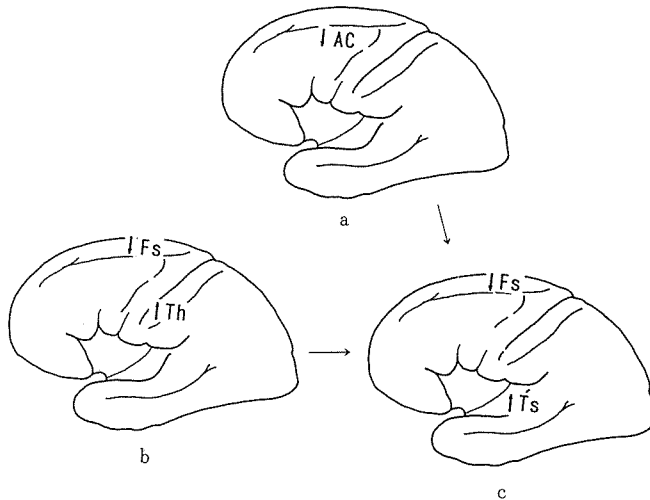


図1 分裂病症候と大脳機能との関連を示すモデル

a, 注意障害（前駆期）；b, 感情生活と意志の障害（陰性徴候）；c, 幻覚と自我障害（陽性症状）。A C, anterior cingulate；Fs, frontal superior；Th, thalamus；Ts, temporal superior

III-R) 患者16例（男8，女8）と後に分裂病と診断された分裂病様障害の2例（男）の計18例で，平均年齢 23.9 ± 7.7 歳，平均罹病期間 4.4 ± 4.3 年，未服薬は2例で，あとは服薬中の患者である。臨床症状の評価として，Kayの陽性陰性症状群尺度（PANSS）から重要と思われるものを選択し，自我障害の項目を追加したもの，Andreasenの陰性症状評価尺度（SANS）とSchneiderの一級症状8項目について，2名の医師の評価点の平均値を採用した。

SPECTでは，水平断，矢状断と冠状断の3方向の画像が再構成されるが，分解能の良い水平断画像（orbito-meatal lineに平行に，6.8 mm間隔で，16 slice）を採用した。局所脳血流の定量的評価のために，左右それぞれの半球の16の関心領域（ROI）について，各ROIにおけるIMP集積値の，半球平均値に対する比を測定した。結果の解析には，症状を従属変数，ROIを説明変数とするstepwise重回帰分析を用い， $p < 0.01$ を有意とした。

その結果，発動性欠如などの陰性症状は，左半球では視床のIMP集積の増加，ついで上前頭回での減退と相関し（ $p < 0.001$ ），右半球で

は中前頭回での減退と相関した（ $p < 0.01$ ）。

Schneiderの一級症状のうち，自我障害の項目は左下頭頂小葉（角回）でのIMP増加と相関が強く，幻聴やPANSSの幻覚体験は左上前頭回での減退と左上側頭回での増加と相関していた。これまでの横断的，縦断的観察から，幻聴と左側頭葉との関連が報告されてきたが（Kurachiら，1985；刑部ら，1988；湯浅ら，1990），幻聴や自我障害の成立には上前頭回の機能低下を背景にした左上側頭回など後方連合野の機能亢進が示唆された。また，いわゆる陰性症状と陽性症状との共通する点としては，上前頭回の機能低下が示唆された（図1）。従来

は，ある精神症状と特定の脳部位との関連が追及されてきたが，このようにそれぞれの精神症状は複数の脳部位，いいかえると神経回路網の変化に対応するととらえた方が適切と思われる。

IV 神経心理学的・精神生理学的所見

精神生理学的検査として，われわれの教室では分裂病でかなり特徴的な所見が報告されている開眼時眼球運動（守屋，1979；島蘭ら，1991）と反応時間（RodnickとShakow，1940）を用いている。

まず，開眼時眼球運動について，Benton視覚記憶図版をもちいた場合の結果については別に述べたので（倉知ら，1991；Tsunodaら，投稿中），簡単に要約すると，分裂病患者群は健常対照群と比べて，注視点すなわち，視点が1ヵ所に0.2秒以上とどまる点の数が有意に少なく，注視点にとどまる平均停留時間が長く，注視点間の平均移動距離が短かった。これらの走査的眼球運動の指標は，陽性症状とは相関しなかったが，陰性症状の評価点との間には相関が認められ，とくに情動の平板化・情動鈍麻や

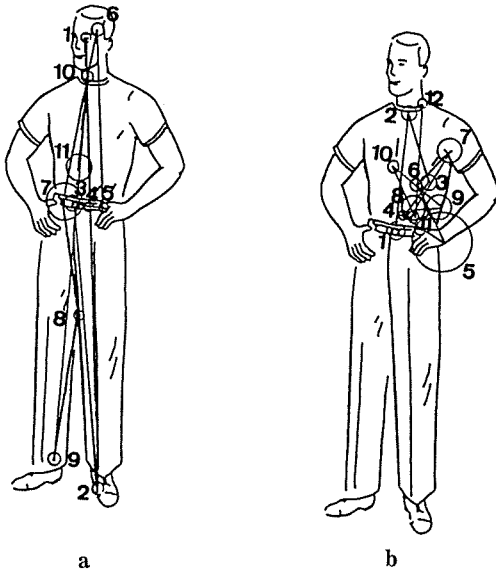


図2 WAIS 絵画完成問題施行時の注視点軌跡
(はじめの5秒間)
a, 健常者 (34歳, 男); b, 分裂病患者 (20歳, 男)

意欲・発動性の欠如と高い相関を示した。しかし、注意とは関連を認めなかった。

他方、眼球運動検査の2週間以内に測定した¹²³I-IMP SPECTによる局所脳血流所見との関連を検討すると、平均停留時間は左の補助運動野を含む上前頭野や左基底核のIMP集積と負の相関がみられ、平均移動距離は左の上前頭野のIMP集積と正の相関がみられた。この結果は、患者では、左の補足運動野と基底核の機能に障害があり、それが眼球運動にもあらわれていることを間接的に示している。

また、分裂病患者では、絵中の欠損部分を発見するWAIS絵画完成問題が他の下位項目に比べて低得点であることが、Wechsler以来指摘されている(松井ら, 1991)。この課題についてわれわれが開眼眼球運動検査を行った結果でもやはり患者の注視点の範囲は狭く、患者は効率のよくない探索的眼球運動を行っていた。図2はその1例で(松井ら, 1992)、健常者のはじめの5秒間で絵の全体を見渡しているのに対して、患者の注視点は狭い範囲に限られている。

次に単純反応時間と画像診断所見について述

べる。反応時間の測定は、RodnickとShakow(1940)の方法に従った。すなわち、警告刺激としてブザーを2秒間ならし、このときに被検者はスイッチを押しはじめる。さまざまな準備間隔(PI)を経てdisplay上に光刺激が現われ、その光からスイッチを離すまでが反応時間(RT)である。この装置は、本学心理学の桜井芳雄助教授により作製された。健常者10名と分裂病圏患者43例(慢性分裂病24, 亜慢性分裂病6, 分裂病様障害5, 妄想性障害4, 分裂病型人格障害4)について原法により施行した結果は、葛野(1992)が報告する予定である。そのデータについて、その後さらに検討したところ、健常者でもっとも早く反応するとされるPI2秒規則的試行10回の平均反応時間でも健常者と慢性分裂病患者群は分離された。すなわち、健常者は約260msec以内で反応しているのに対して、慢性分裂病患者はいずれもそれ以上の反応時間を示した。ただし、発病から2年未満の亜慢性分裂病群の反応時間は健常群との重なりがあった。また、このときの反応時間の変動については、健常群では1回目より2回目がやや早くなり、その後はほぼ一定しているのに対して、慢性分裂病患者群では、反応時間にかなり著しいばらつきが見られた。

以上の所見は、反応時間の課題が慢性分裂病の障害のかなり特徴的な側面をとらえていることを示している。このような特徴は、従来は心理学的に、準備態勢(preparatory set)ないし注意の障害と説明されてきた。そこで、その脳内機構を明らかにするために、このPI2秒の反応時間施行中の局所脳血流をHM-PAO SPECTで測定した(湯浅ら, 1992a)。これは金沢大学核医学の松田(1990)の考案した画像減算法を応用したもので、HM-PAOは静注後2~3分で脳内分布が決定し、以後長時間保たれるという特性を利用している。最初に賦活時の撮像を行い、その後、もう一度PAOを静注して撮像し、subtractionにより安静時の画像を得るという方法である。撮像には東芝GCA9300AのSPECT装置を用い、第1部と同様に左右それぞれ16カ所の関心領域のPAO集積

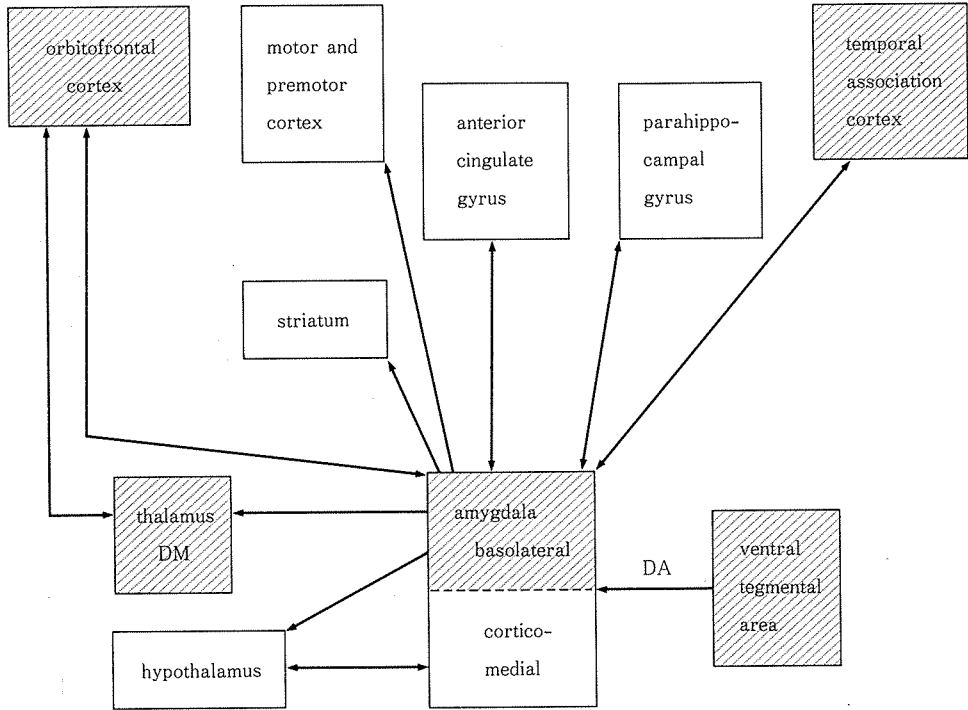


図3 扁桃体の神経回路
斜線は動物実験から類推される抗精神病薬の作用部位

値を半球平均値に対する比で表わし、健常群と患者群の値を、Mann-WhitneyのU検定で比較した。

対象は、書面による説明と同意の得られた健常者5名(平均年齢 27.4 ± 2.8 歳)と服薬中の分裂病患者5名(平均年齢 24.5 ± 6.5 歳)である。安静時に対する比で見ると有意差のあったのは3箇所だけで、患者群では健常群に比べて、右の前部帯状回の賦活が低く、右の中前頭回は逆に高いという結果であった。この前部帯状回は、Mesulam(1985)が注意の神経機構において motivation に関連する部位として重視しており、また、前頭葉内ではドーパミンの神経終末が比較的豊富でもあり、分裂病の病態生理において重要な場所と思われる。また、患者群の方で賦活が高い領域もあることから、同じ課題を遂行する時に患者群では健常者とは異なる神経回路が作動しているという可能性も示唆された。

V 抗精神病薬の機能的作用部位

現行の抗精神病薬は主として幻覚、妄想などの陽性症状に奏効するが、その脳内の作用部位については、前頭前野が候補に挙げられているくらいで(融, 1989)、明確な結論は得られていない。そこで、抗精神病薬の作用部位を明らかにするために、ハロペリドール慢性投与によるラット局所脳グルコース利用の変化を ^{14}C -2-deoxyglucose オートラジオグラフ法により検討した。脳のエネルギー代謝の基質はほとんど全てグルコースなので、この方法により抗精神病薬の機能的作用部位を観察することができる。詳細は別に報告の予定であるが(安井ら, 1991, 投稿中)、特効性ハロペリドールを、ラットに筋注し、その3週間後にオートラジオグラフを施行した。なお、投与量は、予備実験から臨床的血中濃度と同じ位になるように設定した。定量的測定の結果、溶媒投与群に比べてハロペリドール投与群では、両側の腹側被蓋

表2 精神分裂病の神経心理薬理学的モデル

	陰性症状		陽性症状
臨床的	発動性欠乏		幻覚, 妄想
	感情鈍麻	注意障害	自我障害
生理学的	遂行系 (運動の発現機構)		(知覚系)
形態学的	前頭葉, 視床・ 基底核	前部帯状回	前頭葉+ 側頭頭頂葉+扁桃体
生化学的	Glutamate?	Dopamine?	Dopamine ↑ Glutamate?

野と扁桃体外側核, 右または左の視床内・外側核と前頭前野および両側の頭頂皮質と後頭皮質でグルコース利用の有意の低下が認められた。同様の実験は Pizzolato (1985) の報告があるだけであるが, Pizzolato はこの他, 海馬 CA1, 齒状回, 視床下核と視索前野でも減少を報告している。

図3のように, ドーパミン (DA) ニューロンの起始核の一つである腹側被蓋野からは, 扁桃体への投射がある。扁桃体外側核群には, ①前頭葉眼窩面と直接両方向性の, および視床内側核大細胞部 (magnocellular portion) を経る線維結合があり, また, ②側頭新皮質と両方向性の結合も認められている。この他, ③前部帯状回や嗅内皮質 (海馬旁回) との両方向性の線維結合, ④運動野, 前運動野や線条体への投射がある (Nieuwenhuys ら, 1988)。Pizzolato や安井らの所見から, 抗精神病薬の慢性投与がこれらの領域の一部の機能状態に比較的選択的に作用して, 臨床効果を発現していることが示唆された。したがって, もし, 脳内に陽性症状に関連する psychosis circuits があるとすれば, それらは主として扁桃体 (外側核群) をめぐる神経回路のなかに存在すると推定される。

VI 神経心理薬理学的モデル

以上の所見から図1とCrowの2分法を改変した表2のような神経心理薬理学的モデルが構成される。

まず, 注意障害はおそらく分裂病の前駆期から存在する基本的障害で, 反応時間と画像診断

の結果から, とくに前部帯状回が関与しているようである (図1)。この注意障害は陰性症状とは別に扱う方が良いと思われる。

発動性欠乏や感情鈍麻などのいわゆる陰性症状 (徴候) の病態生理としては, 開眼時眼球運動の所見などから, 運動の発現機構になんらかの障害があるようである (倉知ら, 1991)。陰性症状群の方に, Jackson の原義では陽性症状であるべき dyskinesia が多いという Crow らのグループの報告 (Owens, 1980) も, 陰性症状の基本成分を遂行系の障害ととらえるわれわれの考え方を支持している。画像診断 (局所脳血流) からは前頭葉・視床・基底核系の障害が示唆されたが, これは安静時の測定なので, 背景状態に相当する。

陽性症状の少なくとも一部は知覚系の障害としてとらえられるが, 自我障害については今後の検討を要する (倉知, 1990a)。形態学的には前頭葉に加えて, 側頭頭頂葉・辺縁系 (扁桃体) をめぐる回路の障害が推定され, 一部陰性症状の回路とも重なるようである。生化学的にはドーパミン代謝の昂進が推定されるが, これは他の (glutamate?) ニューロンの障害による2次的な変化かも知れない。

今後, 臨床的には, 未服薬患者での検討, 病相期と寛解期との縦断的比較, 前駆期にも相当する分裂病型人格障害や予後が良い分裂病様障害と分裂病との比較, 実験的には興奮性アミノ酸ニューロンとドーパミンニューロンとの関連などが重要な課題と思われる。

本研究は下記の諸氏との共同で行われたものであり,

記して謝意を表す。症状評価(湯浅悟, 葛野洋一, 鈴木道雄), SPECT測定(湯浅悟, 放射線医学瀬戸光助教授), 眼球運動(角田雅彦, 松井三枝), 反応時間(葛野洋一, 麻生光男, 安井伸一), オートラジオグラフ(安井伸一, 村田昌彦, 庄紅玉), 反応時間装置の作製(心理学桜井芳雄助教授)。

文 献

- 1) Bogerts B, Meertz E, Schönfeldt-Bausch R: Basal ganglia and limbic pathology in schizophrenia. A morphometric study of brain volume and shrinkage. *Arch Gen Psychiatry* 42; 784-791, 1985
- 2) Brown R, Colter N, Corsellis JAN et al: Postmortem evidence of structural brain changes in schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry* 43; 36-42, 1986
- 3) Crow TJ: Molecular pathology of schizophrenia: More than one disease process? *Brit Med J* 280; 66-68, 1980
- 4) Ingver DH, Franzen G: Distribution of cerebral activity in chronic schizophrenia. *Lancet* ii; 1484-1486, 1974
- 5) Johnstone EC, Crow TJ, Frith CD et al: Cerebral ventricular size and cognitive impairment in chronic schizophrenia. *Lancet* ii; 924-926, 1976
- 6) 刑部侃, 松田博史, 久田欣一ら: N-isopropyl-p-[¹²³I] iodoamphetamine (IMP) と Single photon emission computed tomography (SPECT) による幻聴についての所見. *精神経誌* 90; 334-358, 1988
- 7) 倉知正佳: ウェルニッケ失語について. *神経心理学の源流, 失語編, 上*, 秋元波留夫, 大橋博司ら編, 創造出版, 東京, 1982, pp. 137-163
- 8) Kurachi M, Kobayashi K, Matsubara R et al: Regional cerebral blood flow in schizophrenic disorders. *Eur Neurol* 24; 176-181, 1985
- 9) 倉知正佳: 内因性と呼ばれた生物心理学的領域について. *臨床精神病理* 11; 197-204, 1990a
- 10) 倉知正佳, 湯浅悟, 鈴木道雄: 精神分裂病と画像診断——局所脳血流を中心に——. *精神医学* 32; 609-617, 1990b
- 11) 倉知正佳, 角田雅彦, 湯浅悟ら: 精神分裂病の ¹²³I-IMP SPECT 所見とその成立機序について. *精神経誌* 93; 830-835, 1991
- 12) 葛野洋一, 角田雅彦, 倉知正佳ら: 精神分裂病圏患者における単純反応時間と臨床的特徴. *臨床精神医学* 21(3); (印刷中), 1992
- 13) 松井三枝, 倉知正佳, 葛野洋一ら: 精神分裂病患者の臨床症状と WAIS 所見との関連について. *精神医学* 33; 705-712, 1991
- 14) 松井三枝, 倉知正佳: 精神分裂病圏患者の開眼時眼球運動——ベントン視覚記銘と WAIS 絵画完成図版との比較——. 第14回日本生物学的精神医学会抄録集, 鹿児島, 1992, p90
- 15) 松田博史: ⁹⁹Tc-HMPAO による acetazolamide 負荷前後脳血流 SPECT. *核医学* 27; 485-492, 1990
- 16) Mesulam MM, Geschwind N: On the possible role of neocortex and its limbic connections in the process of attention and schizophrenia: clinical cases of inattention in man and experimental anatomy in monkey. *J Psychiatr Res* 14; 249-259, 1978
- 17) Mesulam MM: Attention, confusional states, and neglect. In *Principles of Behavioral Neurology*, ed by Mesulam MM, F. A. Davis Company, Philadelphia, 1985, pp. 125-168
- 18) 守屋裕文: 注視点記録装置を用いた慢性分裂病患者とその家族の開眼時眼球運動の研究. *精神経誌* 81; 523-558, 1979
- 19) Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen C: *The human central nervous system*. 3rd. Springer-Verlag, Berlin, 1988, pp. 324-334
- 20) 大橋博司: *臨床脳病理学*. 医学書院, 東京, 1965
- 21) Owens DG, Johnstone EC: The disabilities of chronic schizophrenia—their nature and the factors contributing to their development. *Brit J Psychiatry* 136; 384-395, 1980
- 22) Pizzolato G, Soncrant TT, Larson DM et al: Reduced metabolic response of the rat brain to haloperidol after chronic treatment. *Brain Res* 337; 1-9, 1985
- 23) Rodnick EH, Shakow D: Set in the schizophrenic as measured by a composite reaction time index. *Am J Psychiatry* 97; 214-225, 1940
- 24) 島藺安雄監修, 安藤克己, 安藤晴延, 小島卓也編: *眼とこころ*. 創造出版, 東京, 1991
- 25) Suddath RL, Casanova MF, Goldberg TE

- et al : Temporal lobe pathology in schizophrenia : A quantitative magnetic resonance imaging study. *Am J Psychiatry* 146 : 464-472, 1989
- 26) Suddath RL, Christison GW, Torrey EF et al : Anatomical abnormalities in the brains of monozygotic twins discordant for schizophrenia. *N Eng J Med* 322 : 789-794, 1990
- 27) 鈴木道雄 : 機能的な精神障害の局所脳血流と臨床所見との対応について. 1. 精神分裂病性障害患者における検討. *十全医会誌* 97 : 764-778, 1988
- 28) 融道男 : 精神分裂病の神経化学. *精神神経誌* 91 : 585-590, 1989
- 29) 安井伸一, 倉知正佳 : Haloperidol 慢性投与のラット脳グルコース利用に及ぼす影響について. 第13回日本生物学的精神医学会抄録集; 1991, 前橋, p167
- 30) 湯浅悟, 葛野洋一, 角田雅彦ら : 精神分裂病の SPECT 所見——臨床症状との関連と経時的変化——. *臨床精神医学* 19 : 1840-1848, 1990
- 31) 湯浅悟, 葛野洋一, 麻生光男ら : 精神分裂病患者における反応時間施行時の局所脳血流所見 (^{99m}Tc -HMPAO SPECT). 第14回日本生物学神医学会抄録集, 鹿児島, 1992a, p71
- 32) 湯浅悟, 葛野洋一, 鈴木道雄ら : 精神分裂病の神経回路網障害——高分解能 SPECT を用いて——. 第88回日本精神神経学会, 高槻, 1992b

From organic brain lesion to schizophrenia ——a neural network approach——

Masayoshi Kurachi

Department of Neuropsychiatry, Toyama Medical
and Pharmaceutical University, Toyama

A neural network approach to schizophrenia was presented using single photon emission computed tomography (SPECT) and ^{14}C -2-deoxyglucose autoradiograph. Multiple regression analysis between clinical symptoms and regional cerebral blood flow (rCBF) measured with N-isopropyl-p-[^{123}I]iodoamphetamine SPECT showed that composite score of negative symptoms assessed by Scale for the Assessment of Negative Symptoms was significantly correlated with lower perfusion in the left superior frontal gyrus and higher perfusion in the left thalamus, and hallucination and disturbance of self (bizarre delusion) were correlated with lower perfusion in the superior frontal gyrus and higher perfusion

in the superior temporal gyrus.

Simultaneous measurement of reaction time performance and rCBF using ^{99m}TC -HMPAO SPECT revealed that the schizophrenic patients had lower perfusion in the right anterior cingulate gyrus and left superior frontal gyrus than controls, suggesting attentional deficit relates with anterior cingulate dysfunction. Based on the change in glucose utilization following chronic administration of haloperidol in rat, it is proposed that psychosis circuits relating to positive symptoms, if they were, exist in the neural networks from and to basolateral amygdaloid nuclei.