

- (22) トレース・センター ウィスコンシン大学の研究機関: available from
<<http://trace.wisc.edu/>> (accessed 2007-03-15)
- (23) CATEA ジョージア州立工科大学建築学部工業デザイン専攻: available from
<<http://www.catea.org/>> (accessed 2007-03-15)
- (24) closing the gap: available from <<http://www.closingthegap.com/>> (accessed 2007-03-15)
- (25) ABLEDATA アシスティブ・テクノロジー製品・設備: available from
<<http://www.abledata.com/>> (accessed 2007-03-15)
- (26) Information Resources for People with Disabilities: available from
<<http://www.sd.soft.iwate-pu.ac.jp/sensui/>> (accessed 2007-03-15)
- (27) 社会福祉法人プロップ・ステーション: available from <<http://www.prop.or.jp/>>
(accessed 2007-03-15)
- (28) ころろ web: available from <http://www.kokoroweb.org/other/www_overseas.html>
(accessed 2007-03-15)
- (29) アメリカ・インターネットでみるアメリカの障害者福祉、available from
<http://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/prdl/jsrd/norma/n191/n191_074.htm> (accessed 2007-03-15)
- (30) 米国における情報アクセシビリティ関連の法制度についての調査中間報告」石川准、
available from <<http://fuji.u-shizuoka-ken.ac.jp/~ishikawa/reha508.htm#z3>>
(accessed 2007-03-15)
- (31) 共用品推進機構: available from
<<http://www.kyoyohin.org/06report/benkyokai0h.html>> (accessed 2007-03-15)
- (32) IT media: available from <<http://www.itmedia.co.jp/>> (accessed 2007-03-15)
- (33) GRADE: available from <<http://www.catea.org/grade/index.php>> (accessed 2007-03-15)
- (34) ITTATC: available from <<http://www.ittatc.org/>> (accessed 2007-03-15)
- (35) EU の取組みの歴史: Previous EU research activities、available from
<http://www.europa.eu.int/comm/employment_social/soc-prot/disable/rtd_en.htm>
(accessed 2007-03-15)
- (36) ICF: 国際インフォメーション基金調査報告書、available from
<<http://www.icf.or.jp/icf/index.html>> (accessed 2007-03-15)
- (37) eEurope ベンチマークサーベイ: available from
<http://europa.eu.int/information_society/eeurope/i2010/docs/benchmarking/051222%20Final%20Benchmarking%20Report.pdf> (accessed 2007-03-15)
- (38) COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES : COMMUNICATION
FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL, THE EUROPEAN PARLIAMENT,
THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE

- COMMITTEE OF THE REGIONS, i2010 - A European Information Society for growth and employment, available from
<http://europa.eu.int/information_society/eeurope/i2010/docs/communications/com_229_i2010_310505_fv_en.pdf> (accessed 2007-03-15)
- (39)欧州委員会調査レポート” online availability of public services” : available from
<http://europa.eu.int/information_society/soccul/egov/egov_benchmarking_200.pdf> (accessed 2007-03-15)
- (40)COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION: Accessibility の法律、available from
<http://europa.eu.int/comm/employment_social/knowledge_society/res_eacc_en.pdf> (accessed 2007-03-15)
- (41)MYCOM ジャーナル、available from
<<http://journal.mycom.co.jp/news/2005/11/30/031.html>> (accessed 2007-03-15)
- (42)DIGITAL GOVERNMENT、available from
<http://e-public.nttdata.co.jp/f/repo/431_e0612/e0612.asp> (accessed 2007-03-15)
- (43)e ヘルス戦略、available from
<http://ec.europa.eu/information_society/activities/health/docs/publications/ictforhealth-and-i2010-final.pdf> (accessed 2007-03-15)
- (44)COMPUTERWORLD、available
from<<http://www.computerworld.jp/news/trd/41801.html>> (accessed 2007-03-15)
- (45)NTT データ:欧州における国民 ID カード/EID カードの状況、available from
<http://e-public.nttdata.co.jp/f/repo/73_euro200210/euro200210.asp> (accessed 2007-03-15)
- (46)JIPDEC (財団法人 日本情報処理開発協会) : available from <<http://www.icot.or.jp/>> (accessed 2007-03-15)
- (47)次世代電子商取引推進評議会: E-com ベンチマーク報告書 I、available from
<http://www.ecom.jp/ecit/report/e_gov/e_gov_3.pdf> (accessed 2007-03-15)
- (48)ジェトロ、ドイツの紹介ページ: available from
<<http://www.jetro.de/j/trend/trend08012004.htm>> (accessed 2007-03-15)
- (49)イギリス : available from
<[http://archive.cabinetoffice.gov.uk/e-envoy/briefings-top/\\$file/onlinecampaign.htm](http://archive.cabinetoffice.gov.uk/e-envoy/briefings-top/$file/onlinecampaign.htm)> (accessed 2007-03-15)
- (50)プロジェクト事例 (Family Fund) : available from <<http://www.familyfund.org.uk/>> (accessed 2007-03-15)
- (51)プロジェクト事例 (MedCom) : available from
<<http://www.medcom.dk/engelsk/index.asp>> (accessed 2007-03-15)
- (52)プロジェクト事例 (sundhed) : available from
<http://www.sundhed.dk/wps/portal/_s.155/1836> (accessed 2007-03-15)

- (53)eEurope Award : available from <<http://www.e-europeawards.org/>> (accessed 2007-03-15)
- (54)障害保健福祉研究情報システム: available from <<http://www.dinf.ne.jp/index.html>> (accessed 2007-03-15)
- (55)独立行政法人(NICT)情報通信研究機構:情報バリアフリーのための情報提供サイト、available from <<http://www2.nict.go.jp/ts/v862/105/index.html>> (accessed 2007-03-15)
- (56)株式会社 NTT データ DIGITALGOVERNMENT、available from <http://e-public.nttdata.co.jp/f/repo/453_e0702/e0702.asp> (accessed 2007-03-15)
- (57)CLAIR 財団法人 自治体国際化協会によるウェブサイト: available from <<http://www.clair.or.jp/index.html>> (accessed 2007-03-15)
- (58)Australasian Legal Information Institute: available from <<http://www.austlii.edu.au/>> (accessed 2007-03-15)
- (59)Human Rights and Equal Opportunity Commission Website: available from <<http://www.hreoc.gov.au/>> (accessed 2007-03-15)
- (60)AGIMO Better Practice Examples Accessibility: available from <<http://www.agimo.gov.au>> (accessed 2007-03-15)
- (61)People with Disability: available from <<http://www.pwd.org.au/>> (accessed 2007-03-15)
- (62)韓国 WEB 6 法、available from <<http://www.geocities.co.jp/WallStreet/9133/digitaldivide.html>> (accessed 2007-03-15)
- (63)韓国点字図書館、available from <http://infor.kbll.or.kr/new/jap/biz_intor.asp> (accessed 2007-03-15)
- (64)デジタル福祉社会をめざす韓国、available from <http://www.glocom.ac.jp/project/chijo/2002_02/2002_02_16.html> (accessed 2007-03-15)
- (65)株式会社国際社会経済研究所、available from <http://www.ni.tama.ac.jp/cc_lecture/Yuma_15July05.pdf> (accessed 2007-03-15)
- (66)JICA 独立行政法人国際協力機構、available from <<http://www.jica.go.jp/china/cooperation/rehabili/03.htm>> (accessed 2007-03-15)
- (67)香港特別行政区政府プレスリリース: available from <<http://www.info.gov.hk/gia/general/200109/30/0929144.htm>> (accessed 2007-03-15)
- (68)山内弘章, 牧野秀夫, 前田義信, 石井郁夫. 照明機器を用いた屋内位置案内システムの開発. 2005 年電子情報通信学会総合大会予稿集. 電子情報通信学会. 講演予稿集. 2005, p.340.
- (69)前田義信, 小西孝史, 松橋貴之, 田野英一, 牧野秀夫. 意思決定モデルに基づく視覚障

- 害者用移動経路選択ソフトウェアの開発. 日本生活支援工学会誌. 2004, 4(1), p.29-37.
- (70)小山 慎哉, 香山健太郎, 矢入(江口) 郁子, 西村拓一, 猪木誠二. 視覚障害者の自立的移動を支援する携帯型情報通信端末の開発, 第17回人工知能学会全国大会, 2003.
- (71)駅環境における携帯端末を用いた視覚障害者向けの情報提供システム
- (72)樋口宜男. 高齢者・障害者用鉄道最適経路案内システム. 第16回リハ工学カンファレンス講演予稿集. 2001, 16, p.153-156.
- (73)株式会社INB プランニング: available from <<http://www.inbplan.co.jp/index.htm>>, (accessed 2007-03-15)
- (74)判澤正人, 篠田陽理子, 曲谷一成, 築島謙次, 増本優. “DGPSを用いた視覚障害者用ナビゲーションシステム”. 電子情報通信学会技術研究報告, HCS, 96(242), 1996, p. 71-78.
- (75)石川准, 兵藤安昭. “GPSによる視覚障害者歩行支援の可能性と解決すべき問題”. 福祉情報工学研究会. 八王子市, 2005-01, 電子情報通信学会. 電子情報通信学会技術研究報告 WIT2004-56, 2005, p.31-36.
- (76)石川准, 兵藤安昭. “GPSによる視覚障害者歩行支援システムの研究”. 福祉情報工学研究会. 東京都, 2006-12, 電子情報通信学会. 電子情報通信学会技術研究報告 WIT2006-55, 2006, p.29-34.
- (77)中山剛, 中井徹志, 横田恒一, 外山滋, 加藤誠志, 岡谷和典, 上田典之, 植松浩. “地誌的障害のある認知障害者の屋内移動支援に関する研究”. 福祉情報工学研究会. 八王子市, 2005-01, 電子情報通信学会. 電子情報通信学会技術研究報告 WIT2004-56, 2005, p.19-24.
- (78)岡谷和典, 野村隆幸, 上田典之, 加藤誠志, 外山滋, 中山剛, 植松浩. PDAを活用した高次脳機能障害者支援システムの開発(第2報) —ナビゲーションシステムの提案と今後の展望—. 第13回職業リハビリテーション研究発表会. 東京都, 2005-11, 独立行政法人高齢・障害者雇用支援機構. 発表論文集, 2005, p.80-83.
- (79)中山剛, 外山滋, 加藤誠志, 岡谷和典, 上田典之, 野村隆幸, 植松浩, 赤坂知厚. 高次脳機能障害者を対象とした移動支援技術の開発. 第3回生活支援工学系学会連合大会. 津市, 2005-12, 日本生活支援工学会. 講演予稿集, 2005, p.133.
- (80)中山剛, 外山滋, 加藤誠志, 岡谷和典, 上田典之, 野村隆幸, 植松浩. 地誌的障害のある認知障害者の移動支援に関する研究. 第3回生活支援工学系学会連合大会. 津市, 2005-12, 日本生活支援工学会. 講演予稿集, 2005, p.158.
- (81)中山剛, 外山滋, 加藤誠志, 岡谷和典, 上田典之, 野村隆幸, 植松浩. 地誌的障害のある認知障害者の移動支援に関する研究(第2報). 第4回生活支援工学系学会連合大会. 千葉市, 2006-09, 日本生活支援工学会. 講演予稿集. 2006, p.58.

II. 分担研究報告

11. 感覚器障害関連研究の動向

協力研究者 森浩一

要旨 感覚器の内、視覚と聴覚は情報量が多く、コミュニケーション機能の入り口でもあるため、その障害によって生活と社会参加への影響が他の感覚に比べて大きい。この報告では、これらの領域の研究の状況について概観し、研究開発の優先順位の付け方についての提案を行なった。必要度の指標としては、有病率、機能障害の影響の重要度、現状の治療ないし機能補償で不十分である程度などを考慮し、かつ、数年以内の実現性、他からの資源供給の程度、研究・開発が臨床につながるかなどの要因に留意する必要がある。

A. 研究目的

感覚器には、視覚、聴覚、平衡覚、嗅覚、味覚、体性感覚(触覚、温痛覚、固有(深部)知覚)がある。これらの内、視覚と聴覚を通して入る情報は、外界からヒトが受ける情報の 9 割以上とされ、コミュニケーション機能の通常の入りの入り口でもあるため、その障害によって生活と社会参加への影響が他の感覚に比べて大きく、障害としては特別な扱いが必要である。これらの障害に対しては障害者認定が行なわれ、それぞれ約 30 万人である。この報告では、視覚・聴覚の 2 領域の研究の状況について概観するが、頻度が多いものを中心とし、稀な疾患には必ずしも言及しない。また、一部は身体障害者に認定されない軽度の障害も含む。先天性の視覚障害は約 2,000 人に 1 人、先天性の聴覚障害は約 1,000 人に 1 人あり、日本の年間出生数が約百万人であることからすると毎年それぞれおおよそ 500 人と 1,000 人の障害児が生まれることになる。両障害とも情報を通常とは異なる経路で得る必要があり、健常者と同じ教育過程では学習が困難であるため、早期から特殊な教育を行なえるよう、全国に盲学校は 71、聾学校は 100 ある(平成 17 年時点。平成 18 年度に特別支援制度が開始されたため、名称変更・統合されたものがある)。昨今は周産期医療が進歩した反面、重複障害児が増え、運動障害など他の障害の合併が多い。例えば先天性聴覚障害児の 1/4 は妊娠中ないし周産期の異常が関連している。そのため養護学校に在籍する視覚・聴覚障害児が多くなり、盲学校・聾学校からの支援が必要なことがある。

一方、先天障害と平均寿命(75 歳とみなす)を掛けると視覚・聴覚それぞれで約 3.75 万人と 7.5 万人にしかならないことからわかるように、視覚・聴覚共に後天的な原因による障害の方が先天性より数倍多い。後天性発症の一部は新生児期・乳児期の発症もあるが、多くは成人期以降である。また、後天性の一部には、遺伝子異常(必ずしも遺伝性ではない)によって中年期以降に発症するものもある(網膜色素変性症、進行性難聴の一部など)。さらに、感覚機能は加齢によって障害を生じやすく、高齢者のうちで視覚・聴覚に障害のあ

る者はかなりの割合を占め、超高齢化社会の進行に伴って問題が相対的に拡大するという側面も持つ。

時代によっても感覚器障害はその内容が変化し、例えば、視覚障害の原因として、以前は感染症・外傷・白内障が主なものであったが、医療技術の進歩と医療水準の高度化によってこれらのほとんどは治療可能となり、現在では緑内障（21%）・糖尿病性網膜症（19%）・網膜色素変性症（14%）・加齢黄斑変性（9%）・病的近視（8%）などが失明の主要原因となっている（九州大学）。近年の傾向では糖尿病のコントロールの改善によって糖尿病性網膜症は減少傾向にあり、欧米では失明原因の 1 位である加齢黄斑変性が増加傾向にある。今後も医療技術の進歩と高齢化の進行によって、身体障害を生じる疾患の頻度は変わっていくはずである。

B. 障害分類

身体障害の定義には、医学水準のみならず、社会的・経済的状況も考慮する必要がある。日本のかつての主要失明原因が今でも視覚障害の主要原因になっている発展途上国もある。将来、再生医療ないし遺伝子治療が成功すると、身体的・機能的に全く正常と考えられる状態に戻すことができる可能性があり、現在不治とされている疾患・状態についても、将来的には福祉医療経済的観点から、治療後は身体障害等級の格下げが行われる可能性がある。

B-1 ICF

ICF 分類では障害とその影響を身体機能・活動・社会参加に分類する。

身体機能：各種疾患による視力・聴力における障害。（ここでは回復する障害は考慮しない。）

活動：障害によって制限される（日常）活動

日常生活（Activity of Daily life, ADL）において、視覚情報ないし聴覚情報が十分に得られないことで、環境・状況の把握、放送・印刷物などの媒体からの情報取得の困難などが生じる。

参加：社会参加

活動の障害と一部重複するが、主に機能障害と活動の障害の結果として、コミュニケーションとコミュニティーでの活動、通学、就労などに支障が生じる。この領域の障害を改善することで、総合的な QOL (Quality of Life) が改善される。

B-2 本調査の分類

ICF は障害を持つ者（以下、障害者）のリハビリテーションの観点からは有用な分類であるが、上述のように具体的内容は地域と歴史時点によって変わる。ICF よりも単純な分類として、歴史的には医学的治療の観点と、リハビリテーション（訓練）、機能補助、社会適応に分類され、それぞれの分野の専門家が対応して来た。研究開発においても現状ではこの分類を中心に行なわれているため、ここではこれに従って分類する。すなわち、

- 1) 障害の医学的治療
- 2) 障害された感覚器の残存機能を生かす

3) 障害された感覚器を他の感覚で補う

4) 障害に直接関連しない介助

である。1)は従来の内科的・外科的治療に加え、人工装置を体内に埋め込んで使用するものも含まれる。ただし、体外使用する装置については2)とする。4)は就労支援、カウンセリング、社会のバリアフリー化、ユニバーサル・デザインなどで、ここでは扱わない。

C. 視覚障害

C-1 視覚障害の医学的治療

C-1-1 角膜疾患

角膜は実質層と内膜は再生しないので、損傷が大きいと回復困難になり、現状では角膜移植が最終治療になることが多い。角膜は血管がないため、拒絶反応が少なく、全層角膜移植については技術的な問題点はほぼ解決されている（生着率 90%以上）。また、角膜の重篤な疾患の頻度が低いこともあり、角膜疾患が失明の原因になることは少ない。日本では角膜移植は年間約 3,000 件行われており、その半数は輸入角膜（主に米国から）による。米国（年間 40,000 件/人口 2 億人）と比べて移植件数が極端に少ないのは角膜提供のシステムの不整備と啓蒙不足によるドナー不足が原因であり、角膜移植の待機者は常時 5,000 人で、必要数の 1 割未満しか国内では供給されておらず、不必要に視覚障害者を増やしているという異常事態が長年継続している。社会医学的な対策（政策的対応）が必須である（東京医科歯科大学、東京歯科大学）。

角膜の正常な機能のためには、内・外の健全な細胞層が必須である。これを補う技術ができれば角膜移植を減らすことができる。角膜上皮は、移植後、角膜周辺にある自己の幹細胞が再生して移植上皮細胞を置き換えるが、角膜周辺部も損傷された患者では、その部も含めて移植することで上皮を供給する治療が開始されている。また、羊膜（のコラーゲンシート）で覆うことで上皮の再生を促進する治療も行なわれている。幹細胞としては自己の他眼を用いることができるが、それが不可能な場合は口腔粘膜上皮細胞も使われる（京都府立医科大学等）。

角膜を人工的に作成する研究も行なわれているが、実用化はまだ先と想定され、ドナーの開拓と円滑な供給システムの確立が緊急課題として優先されるべきであろう。

角膜損傷の原因の一つとしてドライアイがある。涙腺の自己免疫疾患によるもの、高齢などがある。涙液の分泌を根本的に回復する方法はなく、人工涙液の研究が行われている。最も有効なのは自己血清を原料とする涙液である。血液成分の内、フィブロネクチンは角膜上皮伸展を促進するため、損傷した角膜を回復させる作用があるが、血液製剤としての薬事認定がなされず、自己血液を毎回採取して作成されている（山口大学）。他の神経増殖因子など、角膜の保護ないし再生に有効な成分も発見され、研究が進みつつある。

C-1-2 水晶体疾患

白内障と屈折異常が主なものである。屈折異常は眼球の形態と角膜の形態を含めて決まり、必ずしも水晶体が原因ではない。眼鏡ないしコンタクトレンズで矯正できないような強度

の異常（近視）は角膜のレーザー手術で矯正する方法が一般的になりつつある。

白内障は先天性のものを除き、紫外線暴露が影響し、加齢とともに増加するため、超高齢化による増えつつある疾患である。糖尿病によっても生じる。先天性白内障は、早期に手術をしないと視覚入力を認知できないという 2 次障害が生じる。

白内障の手術手技はほぼ確立した段階になっている。水晶体を超音波で破碎して吸引する方法の開発により、低侵襲の手術が可能になり、日帰り手術も行われている。また、眼内レンズの開発によって術後の屈折矯正が通常の老眼鏡で可能になり、年間約 90 万眼以上の手術が行われている。さらなる改良としては、術後に屈折率の修正が可能な眼内レンズの開発などが課題になっている。糖尿病のコントロールを別として、白内障の予防ないし進行抑制の薬剤などが研究されている。しかし早期に発見してから長年月内服する必要があることを考えると、手術が低侵襲で成功率が高く、術後の障害も最小であることから、ビタミン等を多く含んだ食品を食べる程度以上の予防策は、効率が良いものとは言えない。

C-1-3 緑内障

緑内障は眼内圧が高まって視神経が圧迫され、失明に至る疾患である。現在失明原因の 1 位であり、有病率は 5.8%と推定されている。急性の眼圧上昇は痛みで気づかれることが多いが、慢性に経過すると早期は症状がないことが多く、気づかれずに非可逆的な視力低下に至るため、検診が必要であり、有病率からも年齢を区切って検診をすることは有効な対策である。国内では、眼圧が正常な緑内障（眼底で視神経圧迫所見が見られる）が過半数のため、眼圧測定のみでの検診では見逃しが多いことが問題である。眼底画像（特に視神経乳頭部）から視神経に障害が出る前の状態を自動的に検出する方法が開発されつつある。

眼圧上昇の原因は不明であることが多いが、房水の産生が前眼房からの排出を上回っている状態であるため、産生の抑制（内服薬）と排出経路の拡張（手術）が治療の中心になっている。眼圧上昇の原因が前眼房の隅角閉鎖によるもののように原因がはっきりしている場合以外は手術療法の奏成功率が必ずしも高くなく、房水産生・排出機構の基礎的研究も含めて、広く治療法の研究が必要である。

他方で、視神経の保護を中心とした治療も考慮されつつある。神経栄養因子の投与、神経の血流改善のための治療などで、原因治療ではないために限界があるが、神経の損傷を軽減できる可能性が研究されている。

C-1-4 網膜疾患

中途失明の原因としては網膜疾患が最も多く、糖尿病性網膜症、網膜色素変性症、加齢黄斑変性、病的近視の 4 つの合計で 4 割を超える。

糖尿病性網膜症：糖尿病（耐糖能異常）患者は 1,000 万人を超え、糖尿病のコントロールが悪化予防に必須である。また、早期発見のため、網膜検査も必須であるが、内科の糖尿病の診断が眼科の定期検診にリンクしていないことが多く、予防医学的取り組みの強化（糖尿病患者を他科から眼科に紹介することに経済的インセンティブを与えるなど）が必要である。網膜症の本態は細血管の不全と増殖と出血・浸出による網膜損傷、浮腫と硝子体混濁である。治療はレーザー凝固と硝子体手術が主になっている。黄斑浮腫にはステロイド

剤の眼内投与も行われ始めている。糖尿病性網膜症に特異的に有効な薬剤の開発も望まれる。

網膜色素変性症：遺伝子異常によって異常蛋白が蓄積するなどして網膜色素細胞が徐々に変性し、その結果、栄養因子が減少して最終的には網膜神経節細胞も変性する。発症年齢は若年から成人までいろいろであり、進行速度も個人毎に異なる。治療としては、変成を遅延させるために栄養因子の投与が検討され、その方法としては、栄養因子そのものの投与以外に、栄養因子を産生するための遺伝子を眼内に導入する方法や栄養因子産生細胞の細胞移植も研究されている。網膜色素変性症の遺伝子異常は多種類あることが知られており、民族差もあり、遺伝子診断・治療は容易でないと考えられる。自己遺伝子を修復して使用する場合を除き、遺伝子治療は通常は他人ないし動物の健全遺伝子を導入するが、その安全性を確保する方法が確立されていないという点からも、近い内に国内で遺伝子治療が行われる可能性は低い。網膜色素変性症では遺伝子が異常なため、再生医療によって網膜を再生することが可能になったとしても、しばらくすると変成が始まると考えられ、遺伝子治療と併用しないと効果は限定的になる。

加齢黄斑変性：高齢者では 10%以上に認められ、失明原因として増加傾向にある。失明に直接つながるのは浸出型であり、黄斑変性の中では比較的少数ではあるが、数十万人がこのタイプだとされている。レーザー治療・光線力学療法などが試行され、視力の悪化を防ぐないし遅延させる効果は認められている。病態の一部として補体の活性化などの知見も蓄積されつつあり、数年以内に薬物療法も開発ないし治験が開始されると考えられる。

病的近視：メカニズムが不明であるが、強度の近視によって眼軸長が延長し、黄斑部の網脈絡膜萎縮や新生血管による視力障害をきたすことがある。対症的に手術治療や網膜へのレーザー治療が行われているが、発症メカニズムの解明が必要である。

C-1-5 網膜再生

鳥類では特定の遺伝子を発現させると網膜が全層にわたって新生し、神経が中枢まで接続ことが知られており、原理的には網膜再生によって網膜疾患を治癒する可能性があることになり、臨床への応用が期待されている。しかし鳥類は内耳有毛細胞も自然に再生する能力を持つなど、哺乳類とは元々再生能力に大きな差があり、少なくとも鳥類と同じ遺伝子を発現させただけで網膜全層が再生することはないと考えられる。網膜内に再生が可能な細胞が存在することには疑問があり、虹彩ないし毛様体付近の細胞にその可能性が求められている（京都大学）。ただし、網膜病変を生じた基礎疾患（例えば血管病変、高齢による組織の活力の低下）が残存する状況での再生には、動物実験とは異なる困難があると予想される。網膜色素変性症などの遺伝子異常がある場合は、異常遺伝子を修復するか、健全遺伝子を導入しつつ再生をはかるとなるとより困難になる。さらに、ヒトで再生した網膜がどの程度視力を回復できるような形で中枢と再接続するのかは、動物実験からは予測ができない。網膜全層再生ではなく、神経細胞が残存する場合は色素細胞のみ再生するの方が成功率が高い可能性あるが、網膜のどの細胞群が損傷しているのか正確に把握する診断技術の開発が必要であり、網膜断層が撮影できるカメラの開発などに期待がかかる（京

都大学)。このような困難が多重にあるため、網膜再生が臨床試験に至るまでにかなりの年月がかかると推測される。

C-1-6 人工網膜

細胞工学ではない方法で網膜機能を作る技術を人工網膜と総称する。厳密に網膜機能のみを代替えるものとしては、網膜部に光検出器を置いてその背部の電極から網膜神経節細胞を電気刺激するものがある。現在開発されているものは光検出器に太陽電池を用い、外部電源を使用しないため、必然的に感度が不足し、室内では使用不能である。一般的に人工網膜として開発されているものは、入力を頭部ないし眼鏡フレームに取り付けた小型テレビカメラを用いており、生体の光学系を使用しない。電気刺激を網膜、視神経、ないし大脳皮質視覚野に与える。網膜と視神経の刺激には、これらが機能していることが前提になる。大脳皮質の直接刺激では眼球は不要である(残存していても差し支えない)。眼球内に電極を設けると、小型にしないといけないということと、眼球外との接続線が眼球運動で切れやすいという欠点があるが、大脳皮質に電極を設置する方法ではそのような問題はない。カメラが頭部に対して固定されるタイプでは眼球運動は無効で、頭部を動かして物体を見ることになるため、習熟が必要である。

現時点では画素(刺激点、あるいは光点)数がせいぜい数百点までであり、概念実証の段階でしかない。最も画素数が多いのは大脳皮質を電気刺激する方式であるが、それでも100点程度の刺激であり、物の輪郭すら把握困難である(これは大脳皮質の刺激であるためという可能性もある)。実用的な視力を与えるためには、少なくとも10,000点(100×100)の画素数が必要であろう。眼球内では網膜に対して刺激電極群(板状)を固定する方法も模索中である。これに比し、眼球中心付近に電極を1つ置き、対極を網膜下ないし強膜外に設置する方法も検討されており、部位別の刺激が可能であることは確認されている。ただし、分解能をいかに上げるかということと、複数点を同時に刺激する場合の動作など、実用化までに研究すべき点は多い。視神経に巻き付けた電極群で刺激する方法は、電極の安定性と手術侵襲の低さという点で優れている。より多くの刺激画素数を確保するためには視神経内にも電極を刺入する必要があると思われる。

C-2 視覚の残存機能を生かす

網膜病変などによる障害はレンズ(眼鏡・コンタクトレンズ)による矯正が不可能で、単に小さい物が見えにくいというだけでなく、羞明や視野欠損が生じる。残った視力を活用するためには、色フィルターを処方して羞明を防いだり、ルーペや狭窄した視野の使い方を学習するなどのリハビリテーションが必要である。ロービジョンクリニックと称される外来がそのような機能を果たしているが、全国的にはロービジョンクリニックは100カ所未満しかなく、かつ内容は単純なルーペないし拡大読書器の紹介程度から、復職の相談に応じる所まで、いろいろである。ロービジョンクリニックの有効性は症例報告・満足度調査などで明らかにされ、全国普及が必要とされているが、健康保険適応ではないため、病院の眼科外来では実施しにくいのが現状である。研究としては、読書時の最適な文字の大きさを合理的に求める方法などがある。

C-3 視覚を補う

視覚の代わりに体性感覚・聴覚などを使うことが行われている。点字はその代表であるが、習得に時間がかかり、視覚障害者の 1 割程度しか使用していない。この割合は、先天障害のほとんどと、後天障害の一部を加えた数と考えられる。点字の習得方法は各種研究されているが、それを学習する場が少ないことが問題であろう。墨字はスキャナーで取り込んで文字認識ソフトを使用して音声出力するか、PC に接続した点字出力装置で読むことができる。文字認識ソフトは晴眼者向けにも多数販売されているが、視覚障害者向けには画面が見えなくても操作できる必要がある。文字認識率は研究としてより製品開発の一部として改善されており、日進月歩と言える。近年は文書が電子的に供給されることも多く、読み上げソフトの利用が容易になってきている。障害者も利用しやすい国際的統一フォーマットとして、SMIL/DAISY が提案されている。

歩行の安全確保に最も良く使われているのは白杖である。使い方を習得すれば、安価で携帯容易であるため、これに勝る機器を開発するのは困難で、多数のナビゲーション補助装置が開発されては消えていつている。白杖を補うものとして超音波やレーザーのセンサーがあり、白杖と併用するか、場合によっては置き換えも可能である。ただし、価格の問題から普及は難しい。環境騒音を利用して周囲の状況を把握する技術を物体知覚ないし障害物知覚と称するが、その能力には個人差が大きく、バーチャル・リアリティーを使用した効率的なナビゲーションの方法が研究されている。視覚障害者には現在位置がわかりにくいので知らない地域に出かけない人が多い。この対策としては、全国に RFID によるタグをつけることが検討されている。また、携帯機器の GPS 精度が向上したことで一般向けのナビゲーションシステムが安価に入手できるようになり、外出の障害は軽減されつつある。ただし、触知できないランドマークが使えないなど、一般向けのナビゲーションのみでは未知の地域に単独で外出することはなお困難で、社会の視覚障害に対するバリアの低下と、人的サポートの充実が必要である。

視覚を聴覚や触覚に置き換える機器は以前より開発されている。Bat-eye は左右につけた超音波の周波数スイープを反射音と混合してその差を可聴音として聞かせるもので、周波数と強度と左右差によって物体までの位置や物体の性質がある程度わかり、小児期から訓練すると外界がほとんど見えるほどよくわかるようになるとされている。vOICe は外界のカメラ映像を水平方向に一定時間（2 秒）でスキャンし、物体があれば画面上の上下に応じた高さの音を出力するものである。慣れるとどこに物体があるか把握できるようになると言われている。同様に、外界の映像を、額に置いた 2 次元電極アレーへの電気刺激によって伝達する装置も開発されている。

据置型のものとしては、触覚ディスプレイが使われる。いくつか製品化されており、スキャン画像を表示するものや、ウィンドウズの画面を表示するものなどがある。応答速度と触感の明瞭さから、ピエゾ素子によるものが広く使われているが、高価である。動きがないものでは、立体印刷や光造形で隆起をつけた触地図、文字その他が作製されており、触れる立体表示の新方式の開発は続いている。

D. 聴覚障害

コミュニケーションの基本は音声によるため、その障害の影響は「見えにくい」ものの、小さくはない。視覚障害でも先天性白内障や斜視があると不使用眼による認知ができないために視力が出ないという現象があるが、先天性聴覚障害の場合は敏感期（おおよそ学童前半まで）に音声入力がないと音声言語の発達が著しく困難になる。また、幼児期に手話も含めて何らかの言語に接していないと、十分な言語発達が困難になる。このため、聴覚障害は音声言語習得前と習得後という分類が必要になる。音声言語習得前で学童期後半以降になると、何らかの手段で聴覚を回復しても音声言語の理解には至らないことがほとんどであるため、聴覚についての医学的治療は適応外となるのが普通である。

身体障害と認定される聴力レベルは両耳 70 dB HL 以上（ないし片耳 50 dB HL で他耳が 90 dB HL 以上）であるが、このレベルは通常の会話音声は全く聞こえないというレベルである。これより軽度でもおおむね 45 dB HL 以上の難聴があると、日常生活・学業・職業上にかかなりの困難が生じ、補聴器が必要となる場面が多い。しかし、補聴器は健康保険がきかず、自費となる。

D-1 聴覚障害の医学的治療

難聴は伝音性と感音性に分類でき、両者が併発した混合難聴もある。

D-1-1 新生児聴覚スクリーニング

乳児期に難聴があると、伝音性・感音性を問わず言語発達に障害が生じる。このため、新生児聴覚スクリーニングのモデル事業が 10 の自治体で実施され、スクリーニングによって難聴の早期捕捉率がほぼ倍になり、早期に補聴が開始でき、成績も良いことが明らかになった。スクリーニングには DPOAE（歪音耳音響放射）か AABR（自動脳波聴検）が使われ、精密検査には ABR（脳波聴検）ないし ASSR（聴性定常反応脳波計）が使われている。新生児の聴力スクリーニングは現状で半数は偽陽性であり、中には 1 年以上経たないと聴力に問題がないことを確定できないこともある。しかし難聴がある場合は喃語が出現する半年くらいまでに補聴を開始するのが発達上最適であることと、新生児以降の乳幼児定期検診では受診率が 90% 以下になることから、新生児期に検査をするのが良いというコンセンサスになっている。今後はより確実な聴覚の精密検査と、周波数別聴力を ASSR より正確に調べることができる方式の研究開発が望まれる。

モデル事業に参加した自治体では事業終了後も新生児の検査（有料）と紹介システムは機能しているため、検査の受診率と難聴の捕捉率は比較的高い水準を維持している。しかし新生児聴覚スクリーニングは義務化されておらず、モデル事業に参加しなかった自治体では難聴の早期捕捉が十分でなく、小学校入学時まだには普通校にインテグレーションできないことが多い。

D-1-2 伝音性難聴

伝音性難聴は外耳から中耳までの伝音系の問題により伝音の効率が低下することで音の聴取に問題が生じる。最大でも 60 dB 程度までの難聴であり、十分に大きな音は聴取が可能

である。原因としては炎症、腫瘍、外傷、先天異常、異物などがある。診断法は確立しており、治療についてもほぼ標準化されているため、疾患の研究としては滲出性中耳炎など、罹患率が高く原因治療が困難で再発しやすい疾患についての病態と治療法の研究が残っている。滲出性中耳炎で重度の難聴になることはなく、現在行われている対症的治療は全国に普及しているが、言語獲得期の幼児期から学童前期に好発するため、確実に発見して治療しないと言語獲得が遅滞するなどの 2 次障害を起こしやすい。学童は軽度ないし片側の難聴であっても学業に支障をきたすことがあり、成人と異なり異常を訴えないことが多いので特別な注意が必要である。

手術等で改善が困難な伝音難聴は補聴器を使用することで、大きな機能障害は生じない。伝音難聴のみでは身体障害として認定されるほど高度な難聴にはならないものの、補聴器が必要な程度の中重度難聴になることはある。

近年は頭蓋骨埋め込み端子を使用する骨導補聴器の効果が研究されている。従来の骨導補聴器に比べて聞こえが安定し、骨導端子を皮膚に圧挺する必要がなく、音質が良い。しかし、通常の補聴器では手術が不要なため、使用希望者はかなり少数と考えられる。

人工中耳は以前に日本で開発されたが、広く臨床に使われることはなかった。現在、海外製の人工中耳が販売されていて、以前のものに比べて出力が大きくなるなどの改善が加えられている。しかし手術で体内に埋め込む必要があることと、MRI に干渉することなどから、当初の開発の問題はほとんど変わらず、手術希望者は極めて少数になると思われる。

D-1-3 感音性難聴

感音性難聴は音を神経の信号に変換する内耳ないしそれより中枢の問題で聞こえが悪い状態で、感度と質の低下が起こる。原因不明で症状名のみ疾患も多く、研究が盛んに行われている。最近ではウイルス遺伝子の検索を行うことで検出精度が上がり、一部の疾患の原因が判明しつつある。ウイルス性であればそれに応じた治療の可能性はある。一般には急性期にはステロイド剤の投与などで内耳有毛細胞の保護をはかる治療が行われているが、これに勝る薬剤の開発が望まれる。慢性期には内耳の再生医療が研究されているが、現状の人工内耳の完成度と今後の改良を考慮すると、高度難聴に関しては再生医療の方が良くなる可能性は 10 年以内にはないと思われる。人工内耳が適応にならない軽度・中重度感音難聴（聴力固定後）では、他に聴力改善方法がないため、栄養因子の補給や部分的な再生治療が有効な可能性がある。

D-1-4 人工内耳

1970 年代以降、重度難聴に人工内耳が利用できるようになり、それに関連して多くの研究が行われてきた。人工内耳は耳内に埋め込む電極と、側頭部に埋め込まれて電極に電気刺激を供給する受信装置、その装置に頭皮上から非接触で電力と信号を供給する送信器、音声を加工して人工内耳電極の刺激パルス列を作成するスピーチプロセッサなどからなり、音の入力から内耳までを置換するものである。音声の聴取成績を補聴器のそれと比較すると、現状では 70 dB HL 程度の難聴（身障 6 級相当）に補聴器を使用した聞こえと、人工内耳による聞こえがほぼ同程度である。このため、海外では 70 dB HL 程度の難聴でも人工

内耳埋め込み手術が行われる。我が国では手術の危険と人工内耳埋め込み手術後には各種の生活制限があることを考慮して日本耳鼻咽喉科学会がやや保守的なガイドラインを制定しており、原則として人工内耳の方が聴取成績が勝ることがほぼ確実な 90 dB HL 以上の難聴（身障 2 級ないし 3 級）に人工内耳を適用することを推奨している。我が国では補聴器が無効で手術を受けた装用者（毎年 400 人）の 8 割が音声言語の聴取能力を得ているが、潜在的にはこの数倍以上の患者が人工内耳適用可能である。世界で 8 万人近くが人工内耳を装用している。3 社の人工内耳が使われているが、製品間の聴取成績の違いより患者間の成績の違いの方が大きく、どの社の製品も平均成績としては差がない。これらの 3 社の内、最も普及しているのはオーストラリア製である。

わが国でも人工内耳の開発の試みはあったが、スピーチプロセッサの臨床治験が国内では実現できず、研究者はアメリカのボランティアで治験が行われた。また、現在臨床に使用されている多チャンネルのタイプは電極を内耳に挿入する必要があり、そのような装置の開発は国内では行われなかった。現在は、海外で開発された人工内耳の新製品が国内で薬事認定されるまでに 4 年程度の遅れがあるため、国内の「新製品」による聴取成績などの臨床知見その他の臨床研究は海外に比べて数年遅れとなるので、メーカーの開発に生かされることはほとんどない。

人工内耳は内耳の有毛細胞までの部分をバイパスするため、聴覚生理の観点からも興味深く、聴覚心理的な知見や音声聴取に関する大脳生理学的な新治験ももたらしている。中でも、言語獲得前に失聴した者では大脳聴覚野の脳血流が音刺激がなくても高いという結果があり、音声入力がないままに成人すると、聴覚野が他の感覚入力の処理に使われてしまうために、新規に人工内耳で聴覚入力を与えても音声として聴取できるようにならない証拠と見られている。

現状の人工内耳の埋め込みは電極のチャンネル数はメーカーにより 8 から 22 である。何チャンネルが最適であるかを、音声を帯域分割して雑音に置き換えて健聴者に聞かせることでシミュレーションした研究があり、それによると、30 チャンネル程度以上に分割しても聴取成績が改善しないという。逆に言えば、現状のチャンネル数は必ずしも最適ではない可能性がある。ただし、蝸牛に埋め込んだ電極は聴神経（蝸牛らせん神経節細胞）から骨壁を隔てた位置に挿入されるため、電極数を増やしても異なる聴神経を刺激できるかどうかは不明である。

音の振動を神経信号に変換する内有毛細胞は約 3,500 あり、少ないチャンネル数でこれを代替するのは困難であるが、信号の符号化の改良と刺激頻度を上げることなどで聴取成績は向上してきた。チャンネル数が少ないことによる最大の欠点は音階がわかりにくいことで、音楽の聴取に向いてないだけでなく、声の高さが意味的な違いを生ずる言語でも支障がある。日本語では音程（高低）によるアクセントによって意味が異なる単語があり、中国語、ベトナム語、タイ語などは声調言語とされ、声の高さの変化で意味が変わる単語が多数ある。人工内耳の開発が欧米であるため、アジアに多い言語への対応が遅れたものと思われるが、近年、刺激頻度が高くなったことで問題は少なくなりつつある。音程の判断が困難

なことは、人工内耳で音程を正しく歌唱することが困難であることも意味し、学童の音楽の授業では特別な配慮が必要である。音程聴取の改善のため、隣接する電極間で刺激強度を比例配分する方式が試みられている。メーカーでは仮想的にチャンネル数を増やす技術と称している。これによって単純な音の周波数弁別は改善されるが、複合音の聴取は必ずしも改善しない。

人工内耳は比較的少数の電極で聴覚を再生するため、言語習得後の使用は比較的問題が少ないが、言語習得前の先天難聴児では十分な訓練が必要である（補聴器でも同様である）。埋め込み年齢が若いほどその訓練が容易であることから、海外では 1 歳代の埋め込みも多くなっている。しかし若年ほど頭蓋骨が小さく薄い、体力がないなどのために副損傷の危険も大きい。良好な言語獲得のためには何歳までの手術が最も適当であるのか、まだ研究途上と言える。国内の研究では、補聴器でも人工内耳でも、3 歳までに装用訓練を開始すると小学校入学時にはほぼ言語能力が年齢相応と判定される程度になる。ただし、高度な言語運用能力まで含めて検査すると、健聴児とは小学校高学年でも差が認められる。人工内耳手術を施行する前に言語能力の発達を促す訓練ないし療育が必要であるとする研究も複数施設から出ている。しかしこのような療育の必要性が全国に浸透するには、もう少し evidence を積み重ねると共に、早期療育の指導ができる言語聴覚士を養成する必要があると思われる。

人工内耳でどの程度自然な聴力が獲得できるかという観点から、視聴覚の融合現象を調べた研究があり、それによると、2 歳半より後に人工内耳埋込術を受けた者では視聴覚の融合が生じなかったとされ、2 歳半が 1 つの区切りになる可能性がある。

D-2 聴覚の残存機能を生かす

補聴器は古くは角笛のような形状のものが用いられ、グレアム・ベルの電話機の発明以降は電気を使うものが多く使われるようになった。最近では digital signal processing を応用した製品が主流になり、個々人の聴力に細かく合わせて調節することができ、またノイズも減少した。老人難聴は高音域が特に低下するが、従来のアナログ式補聴器では高音のみ増幅するのは限界があった。近年のデジタル式補聴器ではこの問題もほぼ解決可能なため、以前より「うるさいだけで言葉が聞き取れない」という補聴器に対する不満は減少している。しかし感音難聴では感度の低下のみでなく、聴取の質的問題もあるため、補聴器での改善にも限界がある。高度難聴では低音の聞こえが残りやすいため、高音を低音域に圧縮したりシフトする方式の補聴器が開発されている。音声が大きく変化するため、訓練が必須であり、主に先天難聴の小児に使われ、効果が検証されつつある。補聴器の技術開発はほとんどがメーカーにより行われているが、国内では補聴器を開発できるメーカーがほぼ 1 社しかなく、外部の研究機関との連携は困難である。

D-3 聴覚を補う

D-3-1 手話

人工内耳出現以前は補聴器が使えないと聴覚を使用することはできず、筆談・手話などが代わりに使われた。現在でも人工内耳を選択しない高度難聴者も多く、筆談は実時間性が

なく、幼児には使えないなどのため、対話には手話が必須である。しかし、手話は難聴者が習得してもコミュニケーションをする相手が使えないと意味がなく、手話通訳を介する以外は使用可能な場面が限られる。先天難聴児の両親が聾であるのは 1 割程度のため、ほとんどは家庭内で手話を使用することは困難で、言語習得の開始が遅れがちである。

手話には日本手話と日本語対応手話（同時法手話）があり、これらは文法などが異なり、前者は日本の聾者が母語とする言語であり、後者は手話単語を日本語の語順に並べたものである。後者は音声による日本語の知識が前提となり、先天聾者にとっては日本語対応手話を通して言語を習得することは困難である。聾学校では口話教育を優先して手話を禁止した時期があり、現在は寄宿舎生が少なくなったため日本手話の学習が困難になっている。このような歴史的経緯と、担う人口が少ないことで、日本手話には年代差と地域差が大きく、詳細な実態は未調査である。欧米では手話を言語として研究することが 1960 年代から盛んになっており、日本でもそれを受けて最近の研究が行われるようになってきた。手話の自動翻訳も研究されている。

D-3-2 音声の文字化

機械的に任意音声を文字化する技術は未完成である。話者を特定するか、話題を特定するとかかなりの精度で文字化が可能である。そのため、認識システムを特定話者で訓練し、聴取した音声をその話者が再発話して入力する方式が現状の妥協点である。話したことをそのまま文字化すると理解が難しいことが多く、情報支援としては要約筆記の方が需要が多い。要約筆記は一人が OHP などに手書きする場合と、PC を使って入力者と修正者の 2 人組で行うことがある。筆記者のために特殊な入力装置（速記に使われるもの）が開発されているが、市販の PC のキーボード入力が使われることが多い。

米国では難聴者には州政府からテレタイプ装置が支給され、電話会社が設立したボランティアによる通訳センターに電話をかけると健聴者との会話を実時間で通訳するサービスがある。日本ではこのようなサービスはなく、難聴者は FAX を使用してきた。現在は携帯電話の電子メールがよく使われる。いずれにしても、実時間のコミュニケーションは不可能であり、感情の共有が難しい。

D-3-3 指点字

盲聾者は視・聴覚ともに障害されているため、個々障害者が使えるような実時間の言語入力（音声ないし手話）が使えない。そこで通訳者が 6 点の点字を左右の指に振り分けて叩く方式が考案され、熟達するとほぼ実時間に発話内容を理解することが可能である。これを電氣的に拡張して、遠隔地間で通信するシステムがいくつか試作されている。

E. 結論

以上、感覚器障害に関する主に医学的分野の研究を概観した。この報告は網羅的ではなく、障害の頻度と障害程度、研究動向の重要性を考慮して選択している。科学的イノベーションは予想外の所に生じるのが常であるから、現時点での重要度が低いという理由で特定の研究を阻害することは問題が多いが、短期の効果を期待する研究・開発投資においては、

現状の必要度を考慮しながら資源を重点配分する必要がある。必要度の指標としては、障害の有病率、障害の機能障害の影響の重要度、現状の治療ないし機能補償で不十分である程度などを考慮し、かつ、数年以内の実現性、他からの資源供給の程度、研究・開発が臨床につながるか（例えば、人工内耳の装置の研究は、外国企業が開発し、数年してから日本に導入される製品に反映される可能性は低い）などの要因に留意する必要がある。角膜移植のように、研究分野としては大部分がすでに終了しているが、臨床的には活用が不十分な項目もあり、研究・開発に公的援助を与える場合は臨床応用が十分にできるような政策も合わせて企画する必要がある。

F. 健康危険情報

なし。

G. 研究発表

論文発表

- 1) 森浩一（2006）近赤外分光法（NIRS）脳オキシメータによる聴覚・言語検査. *Audiology Jappn* 49:128-134.
- 2) 森浩一（2007）脳反応側性化の解析. *認知神経科学* in press

H. 参考文献

日本学術会議感覚器医学研究連絡委員会報告「感覚器医学ロードマップ：感覚器障害の克服と支援を目指す 10 年間」平成 17 年 6 月 23 日

II. 分担研究報告

12. 認知症者の福祉機器研究の動向

協力研究者 石渡利奈

要旨 急速な広がりを見せている本分野の全体状況の把握、および認知症者の生活支援における機器研究の位置づけの明確化を目的とし、インターネット等による研究開発動向の調査を行った。前半では、医学やケア分野での知見を基に、認知症者が置かれた状況に対する機器の役割を考察した。また、後半では、調査結果に基づく国内外の研究開発の現状、および既存と研究段階の福祉機器の具体例を示した。研究がほとんど行われていない国内に比べ、ヨーロッパでは当事者を中心とした自立支援機器の開発が進んでおり、一部は実用段階にある。また、北米では、人工知能等の先端技術を利用して、より認知機能が低下した認知症者を支援するシステムが開発されている。認知症者の福祉機器の研究は、これから発展が期待される分野であり、今後は、複雑な認知症者像の工学的理解を深め、ユーザーの現状と技術シーズをマッチングさせる従来の手法を取り入れた開発を進めていく必要がある。

1. はじめに

近年、認知症者の生活の質を向上させる新たな手段として、認知症者の自立を支援する「福祉機器」が提案されている。我が国では、団塊世代の高齢化が進み、高齢者人口が 26% に達する 2015 年の認知症高齢者数は 250 万人、2030 年には 350 万人（高齢者の 10 人に 1 人が認知症）に達すると推計される。少子化による深刻な介護力不足も懸念される中、「認知症者の福祉機器」が、多くの認知症高齢者と家族の暮らしを支える打開策となることが期待される。

認知症当事者を対象とする機器の研究は、過去 10 年の間に急速な広がりを見せている。本分担研究では、最新の研究開発動向の調査による本分野の全体状況の把握、および認知症者の生活支援における機器研究の位置づけの明確化を目的とする。福祉機器の研究は、従来、運動機能障害や感覚器障害を主としてきており、認知障害は比較的新しい領域といえる。中でも認知症を対象とした研究は、自閉症等に比べて後発であり、症状の多様さや進行の問題などの複雑さのために、認知症者像の工学的理解が確立されていない。本分野において、これまでの問題解決型の支援から脱却し、包括的な生活支援を行うためには、対策を立てる前に対象者を十分に理解することが必須である。このため、前半では、医学やケア分野での知見を基に認知症者が置かれた状況を考察し、認知症者の生活支援において機器研究が担う課題を示す。また、後半では、調査結果に基づく国内外の研究開発の現状、および既存と研究段階の福祉機器について報告する。

なお、記憶障害や見当識障害に対する機器による支援は、高齢者に限らず、65 歳以下の「働き盛り」を襲う若年期認知症でもニーズが高いことが考えられる。このため、本研究では、対象を認知症高齢者および若年認知症者とし、両者を合わせて「認知症者」と記す。

2. 生活の質向上における課題と機器の役割

認知症による認知障害の特徴は、疾患の重度化に伴う認知機能および身体機能の進行性の低下と症状の広範性である。高次脳機能障害など他の認知障害では、残存機能が定常的に保たれるのに対し、認知症では、徐々にあるいは段階的に機能低下が生じるため、症状の進行に対応した支援が求められる。また、障害も限局されず、多種多様な症状に対する幅広い支援が必要となる。このため、認知症者の支援では、進行に伴う変化の切り口と症状による切り口を理解する必要がある。以上の認知症の特徴を踏まえて議論するため、本章では、症状や経過の基本的背景に触れ、次いで、時期に応じた機器による支援課題を述べる。

2.1 中核症状と周辺症状

認知症の主症状は、脳細胞の死滅や脱落（アルツハイマー病）、脳の損傷（脳血管性認知症）といった脳の障害によって直接的に引き起こされる中核症状（記憶障害・見当識障害・失認・失行・失語等）である。また、二次的な症状として、中核症状に、周囲の環境や心理的要因が加わることで引き起こされる周辺症状（妄想・徘徊等）がある。

中核症状については、手術による治療が可能なく一部認知症を除いて、現時点では、実用段階の根本治療法はなく、治療は進行を遅らせる薬の服用や、脳の廃用性機能低下を防ぐリハビリテーションに限られる。したがって、日常生活では、認知機能の低下を補う種々の人的・物的対処が必要となる。中核症状に対する機器は、自立支援の観点から特に重要である。認知補助機器の研究が始まっているが、今後さらに発展が期待される分野である。

周辺症状については、近年の研究成果により、適切なケアや必要に応じた薬物治療を行なうことで、症状を大きく緩和できることが明らかになってきた。この分野において、機器は従来、対処的に介護者を支援するツールとして使われてきた。しかし、今後は、機器開発においても周辺症状を防ぐ視点からの研究が必要となると考えられる。

2.2 認知症の原因疾患と経過

機能低下の経過は、原因疾患によって異なる。認知症の原因疾患は 100 近くあるが、代表的なのは、変性疾患であるアルツハイマー病（全体の 50%）と、脳梗塞や脳出血などの脳血管性疾患（全体の 30%）である。両者の違いとして、脳血管性疾患では、発作の後遺症で当初より麻痺などの身体障害を伴う場合がある。認知機能の低下は、一般的に、症状の安定期（プラトー）と加速期を繰り返す形で進行し、アルツハイマー病では、連続してややなだらかに進むのに対し、脳血管性認知症では、発作に伴って段階的に進ことが知ら

れている。

実際の経過の過程や予後は、疾患や発症年齢で個人ごとに異なる。アルツハイマー病の場合、一般に若年期に発症するほど進行が早いことが知られ、高齢になってからの発症は、ほとんど進行しないケースも見られる。予後の個人差は非常に大きく、数年から長い場合で2、30年¹⁾、一般には、4～8年（平均6.8年）であったのが、1996年当時で6～10年²⁾に延長していると言われる。近年では、医療の発達や進行遅延薬（アリセプト：99年より発売）により、さらに予後が延長していることが推測される。ケアを要する期間が延長し、社会問題となる一方で、軽中度の状態で暮らせる期間が長くなったことから、この期間の生活の質を高め、有意義に過ごすための支援の重要性が増している。

以降、最も一般的なアルツハイマー病のケースを例に、認知症の経過を、初期、中期、後期の3期に分けて、生活上の障害と、求められる支援課題を示す。

2.3 初期の課題

認知症初期で中心となる中核症状は、記憶障害、特に数分から数日の近時記憶、および日常生活の様々な出来事を忘れるエピソード記憶の障害である。見当識障害は軽度だが、時間（年月日）が不正確になる。始めは、周囲も発症に気づかず、誤解が生じることがある。

初期の特徴としては、以下3点が挙げられる¹⁾。

①エピソード記憶の障害：もの忘れは、始めは「いつもと何か違う」程度で済まされるが、次第に火を消し忘れて鍋を焦がす等のトラブルが生じ、生活に支障をきたすようになる。②病態失認：もの忘れ等により生じる個々のトラブルについて、なぜそれが起こったのか？という真の原因を認知することができない。③不如意の感覚：個々のエピソードについては忘れても、日常生活上のつまづきから生じる「なんとなくうまくいっていない」という感覚が残る。また、「自我が解体していく」という漠たる予感や不安がある。

初期に認知症者が直面するのは、中核症状の出現により、「出来ていたことが出来なくなる」状況である。①のように、生活上に生じてきた様々な困難に対し、認知症者は「失敗」をしないようにという心理的ストレスに常にさらされ、日常生活を維持していくため、認知機能の低下に抗して必死の努力をする。この時点では、努力をすれば成し遂げられることも多いが、疲れ果ててしまい、ぐったりして意欲をなくしているように周囲に映る可能性がある¹⁾。さらに、努力だけでは機能の低下を補いきれず、自信を失ってうつ状態になり、認知症を悪化させることが考えられる。また、自らの度重なる失敗や変化を自覚し、③のように不安を覚える。したがって、この時期には、「失敗」を避け、認知機能を補って「できること」を極力維持する支援策が必要と考えられる。現状では、家族が同居している場合は、家族が補う役目を果たしていることが多いが、トラブルへの不安や時間的拘束など、心身負担が大きい。この機能低下を補い、「できること」を維持する支援が機器に求められている最大の役割である。

「出来なくなる」ことに付随する問題として、②により、しばしば理解困難な状況に置