

アイリス認識装置開発物語

羽鹿 健

和田 誓一

「今度、目の模様で誰だか判るという技術を沖電気が導入するんだって。」「それって、網膜を使うものだろう。」「いや、判んないけど、網膜じゃなくて、アイリスを使うという話らしいよ。」「ええっ、本当にそんなことできるの?」「ところでアイリスって何だっけ?」。こんな話が、社内のあるところから囁かれていた。1995年、沖電気におけるアイリス認識技術の開発の歴史の始まりである。

それから約8年。対外的なアイリス認識のアピール活動や製品「アイリスパス^{®*1)}」の市場投入などにより、アイリス認識と言えば沖電気の名前が真っ先に挙がるようになった。また、海外からの問い合わせや引き合いの増加から2002年10月からは海外展開へも踏み出すようになった。

SFの世界に出てくる技術の実現を目指したプロジェクトの苦難の歴史の一端を紹介したい。

アイリス認識技術、製品の導入

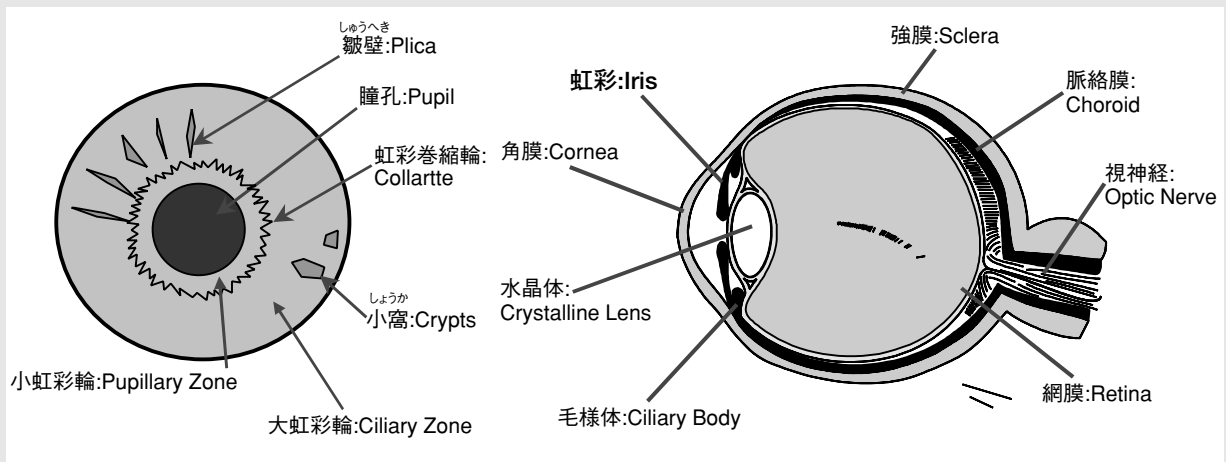
1995年、アメリカのベンチャ企業が暗証番号の代りに、人間の虹彩（以後、アイリスと略す）を使った高精度の個人識別技術として沖電気に売り込みにきた。

個人識別が可能な身体的特徴（以後、バイオメトリクスと略す）としては、指紋が主流であったが、外部に露出した指紋よりも、目の角膜の内側にあるアイリスの方が傷害や環境の影響が少なく、優れた特徴抽出プロセスにより認識精度が極めて高く、さらに非接触で認識が可能であるというメリットがあった^{1) 2) 3)}。特に、認識精度の高さ、誤認識率の低さは、他のバイオメトリクスに比べて格段に優れており、他人と間違ふことが許されない金融市場への適用には最適であるという判断のもと、アイリス装置開発販売契約が締結された。

実際にアイリス認識の実験機を見学するために米国の

TIPS

【アイリス(虹彩)とは】



アイリス (虹彩) とは、「眼球の角膜と水晶体との間にあり、中央に瞳孔をもつ円盤状の薄膜」(広辞苑) のことである。

アイリスは、妊娠7、8カ月頃に創られ、誕生後約1年間で安定する。

アイリスの模様は、**発育の過程で形成される後天的な特徴**であり、遺伝決定的なものでないため、一卵性双生児であっても、同一人物の左右の目でも、異なることが分かっている。

*1) アイリスパスは、沖電気工業(株)の登録商標です。

ベンチャ企業を訪問した。そこで見た実験機は、カメラ部のみの大きさだけでも60(W)×40(D)×30(H)cm（制御部含まず）というもので、装置の両側にはステレオセットのスピーカのような撮影用照明部があった。そのスピーカのような照明部が濃いオレンジ色に明るく発光し、約50cm離れた人の目を撮影して、本人識別ができた。

この実験機が、約1年後には、ATM（現金自動預払機）などに内蔵可能な大きさになるということであった。

早速、装置を入手し、評価を開始した。評価を進めるにつれ、課題、問題が次々と発生した。主な原因は、基本的な技術はできているものの、製品にできるまでの技術にはなっていなかったことである。

まず、照明が大きく明るかったため、顔を照らされるような不快感を持つ人が多いことが判明した。

次に、青色や灰色などの明るい目の米国人と異なり、黒茶色の日本人の目は、アイリスの模様がはっきりしない、また画像上で瞳孔とアイリス部のコントラストが出にくい傾向があるといったことも判った。これは、認識精度の低下につながるため解決に急を要する課題であった。検討の結果、照明の波長の工夫により対策できそうということになった。最終的には、近赤外線領域の照明を使用することにより解決した。

さらに、日本人に適用する上での問題にも直面した。一つは、眼鏡の使用率の高さである。目を撮影する際の照明が眼鏡の表面に写ったり、反射したりして、アイリスを隠してしまうのである。「照合の際に眼鏡を外してもらえば良いではないか」といった意見もあったが、やはり眼鏡をかけたままでも使用できなければ製品とは呼べないというこだわりで対策を行うことにした。もうひとつは、目が細い、睫毛が目の内側に向けて生えている人が多いという問題である。これは、瞼や睫毛でアイリスの一部が隠されるということであり、認識に必要なだけのアイリスの情報が得られないということにつながる。すなわち、アイリス認識を利用できない人が多くなってしまうことを意味する。解決すべきことは多かった。

1年後の1996年、ベンチャ企業が開発したプロトタイプ装置で大規模な性能評価を実施した。結果は期待していたものには、ほど遠いものであった。最大の問題は目を撮影する際の失敗であり、目の検出を間違う、画像のフォーカスが合っていないなどの対策を施した次期プロトタイプ装置の完成を待つことになった。

目撮影機構を改良した次期プロトタイプ装置は、装置ごとに調整を要するものであった。そのための技術導入と開発推進のために技術者を約半年間ベンチャ企業に派遣することにした。その効果もあり、1997年に実施した



写真1 プロトタイプ認識装置

社内評価では、照合失敗率は5%（裸眼）まで低減でき、対外的なデモや、製品への適用を検討できるレベルになった。

早々、エレクトリックバンキングショーに出展することにした。しかし、眼鏡をかけた利用者での照合性能は、満足のいく状態ではなく、このままの状態での出展は、来場者の印象を悪くしてしまう恐れがあったため、急遽対策を行うことにした。ベンチャ企業の技術者が展示会用に特別設計した外付け照明ユニットと改善したソフトウェアを用意して来日し、実験室で眼鏡に対する性能改善を確認し、何とか展示会に間に合うということで、関係者は一安心した（写真1）。ところが、問題はこれだけではなかったのである。

展示会場であるホテルに搬入し、設置を終え動作確認をしたところ、照合性能が非常に悪いのである。事前の評価からは、考えられない結果であった。調査の結果、会場のシャンデリア照明が強く、その影響を受けたためということが原因と判明した。シャンデリア照明を変更することはできないため、技術者はベンチャ企業の技術者と協力して、十分な性能が発揮できるようになるまで、ホテルに泊まり込んでぎりぎりまで調整を行った。その甲斐もあって、来場者には好評であった。

1997年にはその他にネットワーク展、MMA97（マレーシア）等の展示会に出展し、好評を博すことができた。

また1998年には、長野オリンピックにおいて、バイアスロン競技の銃器管理倉庫の入退室管理システムに採用され、注目を集めた。技術者は、ようやく機能・性能面では製品化を狙えるレベルになったということを実感し始めた。

しかし、製品の品質や出荷品質の管理については、問題が多く、ベンチャ企業を指導しながら出荷させる状態が続き、正式に製品として認定されたのは1998年末のことであった（写真2）。



写真2 認定装置



写真3 社内実験室でのトライアル運用

この装置は、眼鏡を掛けてない利用者ならば、5.5秒以内に、照合失敗率3%以下で識別でき、その大きさも、カメラ部は49(W)×20(D)×16(H)cm（制御部を除く）となり、最初の実験装置の4分の1以下になった。

この装置を使用して社内の実験室の入退室管理としてトライアル導入し、実験室を利用する約1000人を登録し、運用した（写真3）。このトライアルは、認証時間や性能評価の他、利用者の振り舞い調査やソフトウェア改良時の実証評価にも活用した。

さらに、1999年には、この装置を用いて、当初の狙いであったATMに適用したフィールド運用が開始された（図1）⁴⁾。この運用では、事前にアイリス登録をしておけば、カードなしで、ATMでの現金の引き出しが可能になるものであった。

自社開発へ（アイリスパス[®]-Sの開発）

ベンチャ企業の製品を何とか認定はしたものの、我々の期待する性能、価格のレベルとのギャップがまだ大きかったのである。また、契約上、その適用市場が金融トランザクション市場を中心とした範囲に限られていることも、アイリス認識製品を展開する上での足枷になり始めていた。

まだ、バイオメトリクスの適用市場としては、物理アク



図1 アイリスATM例

セス、すなわち鍵の代わりに用途が中心であり、まずは、この分野に製品を投入しようということになった。そのため新たな契約を締結し、製品の自社開発をすることにした。

ところが、アイリス認識に関わってきた者は、この分野の製品に関して、何も知らないのである。基本的な機能として何が必要なのか、どういった規格があるのか、入退室管理あるいは防犯設備についての勉強から始めなければならなかった。そのため、当時ビル管理システムを開発している部門の協力を仰いだり、社外から関係する資料を入手するなどしながら仕様を決めていった。

一方、アイリス認識処理エンジンは、米国ベンチャ企業から提供されるブラックボックスとして使用せざるを得なかったため、アイリス認識処理に必要な光学的条件を明確に規定することは困難だった。そこで、アイリス撮影のキーとなる光学部品については、米国ベンチャ企業が開発販売しているアイリス認識装置で使用している部品を基準として部品選定した。それでも、それらの使用方法や実装条件などを設計するためには、カメラ、レンズ、光学フィルタ、照明の他に利用者状態として目の開き方や眼鏡の有無、さらに、環境光などのさまざまな条件での評価を実施し、局所的ながら最適解を得ながら設計を進める必要があった。

装置の設置高さやチルト角度範囲などのエルゴノミクス面については、社内だけでなく、社外の専門家にも

レビューを依頼した。特に操作性や操作の習熟性については、開発時のレビューだけでなく、製品化後、約1年間にわたって社外専門家による評価を実施した。同時に、より多くの評価や意見を聞くために、社内の各部門の協力を仰ぎ、何度も被験者になってもらった。

また、照明として近赤外線領域の波長を使用するため、照明の人体に対する安全性を検証する必要があった。そのため、アイリス認識に対する眼科医から知見を得るため専門医によるコンサルを受け、さらには照明が生体に与える影響について研究している専門家による評価も実施した。

そうして、1998年10月、アイリス認識を使用した世界初のゲート管理システム「アイリスパス®-Sゲート管理システム」の発売を開始した（写真4）。

アイリスパス®-Sは、発売以来、コンピュータールームや、ネットワーク管理室、データセンタの出入口、薬品管理庫などの高セキュリティを要求される施設や部屋への出入管理に導入されている^{5) 6)}。



写真4 アイリスパス®-Sゲート管理システム

馬の認識へ

ここで、少し話題を変えよう。人間以外の動物にもアイリスが存在するものは多い。人間のアイリスが個人ごとに異なるのであれば、動物のアイリスも個々に異なっており、アイリス認証が可能ではないか。というアイデアから、競走馬のアイリス認識による個体識別の実験を行うことになった。

まずは馬の目を知ることから始まった。馬の目の形、すなわち、アイリスの形状や、瞳孔の形が、人間とは異なり、アイリス認識のアルゴリズムもそのままでは使えないため、馬に適用するためのアルゴリズムの開発も行った（写真5）。

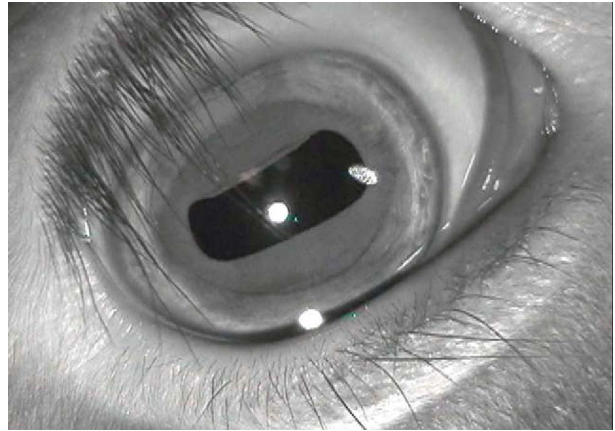


写真5 馬のアイリス

また、馬は人間と違い、アイリスの撮影には協力してくれないため、持ち運び可能なアイリスを撮影するための装置の開発も行った。そうして、本当に個々の馬のアイリスが異なっているのかどうかを確認するために、北海道の複数の牧場を巡っては泊まりこんで、100頭以上の馬のアイリス撮影を行い、データを集めた。あまりにも撮影に熱中し、馬に近づきすぎて足を踏まれてしまうこともあった。また、競馬場にて、実際の競走馬をアイリスによって識別する実証実験も行い、馬にもアイリス認証が適用可能であることが確認できた。

残念ながら、諸般の事情により実用には至らなかったが、馬にもアイリス認証が適用できるということが証明できたことは成果であった。

この成果により、馬だけでなく、牛や豚、また犬や猫などの認証もできないか、といった問合せが今でも時々来る事がある。将来、本当に動物のアイリス認証が実用になるかもしれない。

全自動型装置（アイリスパス®-WB/-WG）の開発

アイリスパス®-Sを市場に投入してしばらく経つと、「アイリスパス®-Sは、どうも使いにくい、遅い」という声が聞こえてくるようになった。操作上、フォーカスが合わせにくい、眼鏡反射を除去できない、ということがあり、そのため、認識に時間がかかるという結果になってしまうのである。毎日利用する人は、操作に慣れてくるため問題はないが、頻繁に利用しない人にとっては、使いにくいということになってしまうのである。

ソフトウェアなどの変更により、改良を試みたが、根本的な解決は、アイリスパス®-Sのアーキテクチャレベルでの変更が必要という結論になった。

今後、アイリス認証の拡大を図る上で、不特定多数の人が利用できる、すなわち、誰でも容易に使用できると

いうことは、必須条件になる。そこで、装置の前に立つだけで認証が可能な、全自動方式のアイリス認識装置の開発を行うことにした。

さまざまな角度からの検討を行い、目の位置を検出するために顔を撮影するカメラと、アイリス認識に用いる目の画像を撮影するためのカメラの2つのカメラを使う方式を採用することにし、ATMやKIOSK端末に搭載することを前提とした装置を最初に開発することにした。アイリスパス®-Sは、制御装置と照合装置が別のユニットになっていたが、ATMやKIOSK端末への適用が前提のため、制御装置と照合装置を一体化するものとした。ATMやKIOSKの前にいる利用者との距離に対応するため、有効撮影距離は80cmとした。装置の大きさもATMやKIOSK端末に合わせた設計にした。

こうして2000年11月に開発したのが世界初の全自動アイリス認識装置「アイリスパス®-WB」である（写真6）。



写真6 アイリスパス®-WB



図2 アイリスパス®-WGゲート管理システム

アイリスパス®-WBは全自動方式という以外に、写真や義眼などの偽造に対する検知機能を搭載した。

一方、市場からはゲート管理システム向けの全自動認識装置の要求が高く、アイリスパス®-WBに電気錠の制御装置を組み合わせゲート管理システムとして、製品化を行った。しかし、ゲート管理システムとしては、装置の大きさや、装置の構成や機能に問題があった。

そこで、基本設計はアイリスパス®-WBをベースに、ゲート管理システム向けの装置として「アイリスパス®-WG」を開発することにした（図2）。

アイリスパス®-WGの開発当たっては、照合装置（カメラユニット）の厚さにこだわった。これは、壁に取り付けたときの装置厚さが目立たないこと、および利用者が装置にぶつかったりしないようにとの配慮からである。

アイリスパス®-WGシステム構成を図3に示す。

また、アイリスパス®-WGは、国外への展開も考慮し、電源や安全規格の設計を行った。

情報セキュリティ装置（アイリスパス®-h）の開発

時間は前後するが、アイリスパス®-Sを開発する際に、技術者がコンピュータに接続し、簡単にアイリス認証ができる小型のアイリス認識装置を開発していた（写真7）。開発した技術者が、コンピュータの入力装置のマウスと兼用することを意図していたことから、「マウス型装置」と呼んでいた。

顧客に関する情報の漏洩や、外部からのネットワークへの侵入が問題になり始めていたこともあり、マウス型装置を情報セキュリティ向けの装置として製品化を検討することになった。

そこで、サンプル装置を使って、展示会やユーザへの



写真7 マウス型装置

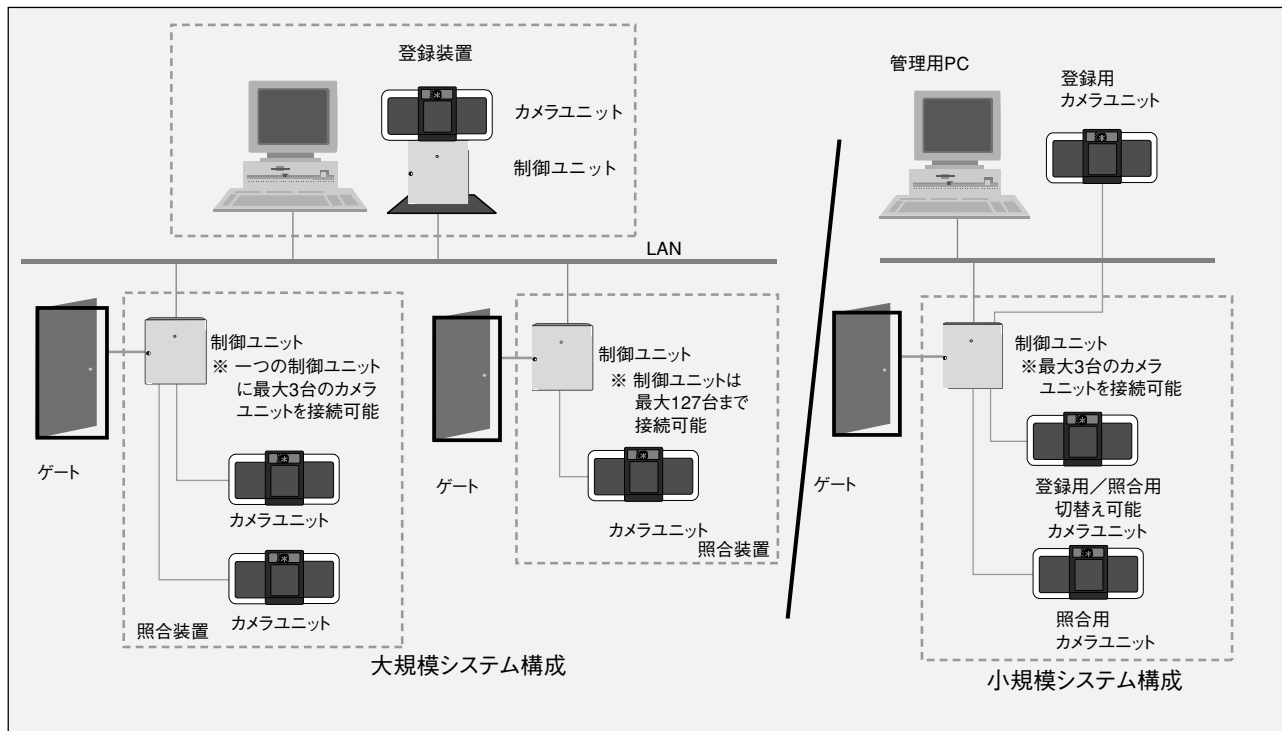


図3 アイリスパス®-WG システム構成例

デモを行い、用途や使い勝手などを調査することにした。

市場の反応は大変良く、PCやネットワークへのログイン、アプリケーションやデータへのアクセス権限確認、ワークフローの承認決済者の確認などの用途で、十分な市場性があることが判った。

しかし、同時に大きな問題が判明してきたのである。サンプル機が使えない人が多いのである。使い方を説明してから実際に体験してもらうのだが、中々できないのである。サンプル機の構造は、鏡に目を映し込み、目から一定の距離にカメラを保持してもらうことにより、目の画像を得るものであった。大きな問題は3つあった。

1つ目は、利き目の問題である。通常、あまり意識していないのだが、人間には利き目があり、通常は利き目の方を中心に見ている。そのため、例えば、本人は左目が鏡に映っているように見えているのだが、実は右目で鏡に映った左目を見ているということが発生する。そのため、カメラには左目の画像が正しく映っていないことになり、認識できないのである。

2つ目は、眼鏡反射の問題である。アイリスパス®-Sでも問題になったが、マウス型装置でも同じ問題が発生した。アイリスパス®-Sでは、眼鏡反射の状況が、自分で確認できたため、対応のしようもあったが、マウス型装置では、眼鏡反射の状況が判らないため、どうすれば反射を避けられるのかが判らないのである。

3つ目は、装置と目の距離と角度の問題である。操作の説明で、「目から十数センチメートルの所で、目と平行になるように装置を持っていてください」と言っても、できないのである。ある人は数センチメートルであったり、ある人は30センチメートルであったりするのである。また、鏡に目を映す際に、装置の位置を動かして映るように調整する人より、装置の角度を変えて調整する人の方が圧倒的に多いのである。そのため、鏡には目が映っていても実際のカメラには映っていないという結果になってしまうのである。

これらの問題を解決するための技術者の長い苦労が続いた。鏡の前に筒状のものを付けて、目を当てる方式や、目の映る位置を制限するような印をつけたり、といったさまざまな実験を行いながら、1つずつ問題を解決していったのである。

そして、2001年11月「アイリスパス®-h 情報セキュリティシステム」として市場に投入することができたのである（写真8）⁷⁾。最初のマウス型装置から3年が経過していた。

アイリスパス®-hは、沖電気の高崎事業場で入構者管理にトライアル運用されている。これは沖電気へ頻繁に出入りされる業者の方が、入構する際に氏名、会社名や入構時間などを筆記していたものを、アイリス認証することで自動的に記録するようにしたものである。



写真8 アイリスパス®-h 情報セキュリティシステム

アイリスパス®-h情報セキュリティシステムは、図4に示すように、スタンドアロンモデルとネットワークモデルからなり、PCあるいはネットワークへのログイン時のパスワードの代わりにアイリス認証を使うことにより、セキュリティの高い環境を提供する。

いよいよ海外へ

2001年9月に米国で発生した同時多発テロ以降、不審人物の発見、あるいは確実な身元の確認の必要性が認識されてきた。その手段としてバイオメトリクスに注目が集まっている。

バイオメトリクスの中でも、顔貌、指紋、アイリスの3

つが主流になると予測されている。顔貌認識は、既にパスポートや免許証のように顔写真を利用しており採用に抵抗感がないこと、指紋認識は今までの実績や法的な認知をされていることから、アイリス認識は認識率の高さから、というのが主流と予測されている理由である。

そのため、パスポートや免許証へのバイオメトリクス適用などの標準化において、この3つの手段を中心に検討が進んでいる。

以上のような背景もあり、アイリスパス®-WGのニュースリリース以降、海外からの問い合わせ、引き合いが急増した。また、北米や欧州を中心に政府機関や空港などでバイオメトリクスを用いた各種の導入実験が始まるという情報も入ってきた。今までは、海外での販売チャネルや保守チャネルがないということもあり、積極的な海外展開は行っていなかったが、この状況をチャンスとして捉え、北米を中心に海外への展開を図ることにした。そのため、米国の東海岸に北米地域と欧州地域におけるアイリス事業展開を行うための専門部門BSG（Biometrics Solutions Group）を設立し、活動を開始した。

また、日本からは中国を中心としたアジア地域での展開を行っていく計画である。

先程も述べたが、バイオメトリクスの標準化の検討が本格化している。アイリス認証を各種標準に組み入れるために、ISO、BioAPIなどの標準化機関の検討に参加し、沖電気の意見を反映すべく活動を行っている⁸⁾。また、標

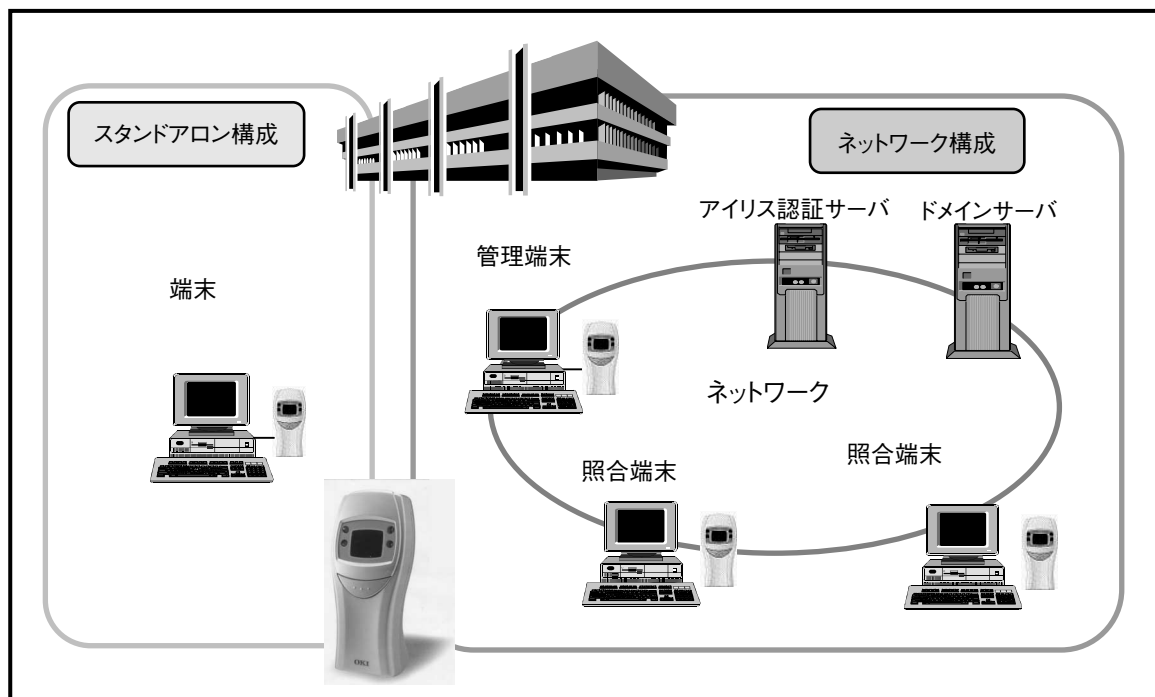


図4 アイリスパス®-h 情報セキュリティシステム 構成例

準化に先行して対応することにより、市場での優位性を確保するべく開発を行っている。

未来に向かって

現在、空港での出入国でのアイリス認識を中心としたバイオメトリクスの利用実験が世界各地で始まろうとしている。1, 2年後には、アイリス認識のみで入出国審査が行われているかも知れない。

小型化、低価格化が進めば、家の出入りや、自動車のセキュリティへの適用が可能になり、鍵などを持つ必要がなくなる時代がくる。

また、ユビキタス時代が進むにつれ、自分が誰であるか、あるいは相手が誰であるかといった個人認証の必要性が高くなることは想像に難くない。顔の見えない、声の聞こえない相手とのやり取りにおいては、確実な個人認証を行うことが、基本になるであろう。個人認証を背景とすることにより、安全な、利便性の高いサービスの提供が可能になる。

そのためには、どこでも簡単に本人確認のできる装置と仕組みが必要になる。現在、カメラ内蔵の携帯電話が主流になりつつあり、当然このカメラを使ってアイリス認証ができないかという考えが出てくる。まだ技術的な課題も多いが、実現のための挑戦を続けたい。

アイリス認識技術の歴史は、やっと10年になろうとしているところであり、他のバイオメトリクスに比べると非常に浅いものである。そのため、技術も製品もまだ解決すべき課題は多い。

最近、アイリス認証を使ったSF映画が上映された。今までは、「SFに出てくる装置みたいですね」と言われていた。近い将来、「SF映画以上のものが出来ましたね」と言われるように開発、ならびに市場展開を図って行きたいと思う。 ◆◆

参考文献

- 1) Adler F.H.: Physiology of the Eye: Clinical Application. , 1965
- 2) Daugman: Two-dimensional spectral analysis of cortical receptive field profiles, Vision Res Vol.20, 1980
- 3) Anil Jain : “BIOMETRICS” Personal Identification in Networked Society, Academic Publishers, 1999
- 4) 大野：アイリス認識の可能性, エレクトロニクス, No.550, 2000年3月号
- 5) 湯浅：アイリス認識の本人認証システム, 月刊バーコード, Vol.13, No.5, 2000年4月号
- 6) 和田山：アイリス認識技術, 総合電気雑誌OHM, (株)オーム社, 2001年6月号

- 7) 安倍：アイリス認識技術とその応用, 光エレクトロニクス雑誌「O plus E」, 新技術コミュニケーションズ, 2002年8月号
- 8) 江原：アイリス（虹彩）認証技術の現状と展望, 電子情報通信学会シンポジウム, 2002年5月

● 筆者紹介

羽鹿健：Takeshi Hajika, 金融ソリューションカンパニー システム機器本部 アイリスソリューションSE部 部長
和田誓一：Seiichi Wada, 金融ソリューションカンパニー システム機器本部 アイリスソリューションSE部