

情報通信システム論の観点による対人コミュニケーションにおける障害判定

藤 本 悠

(芸術文化観光専門職大学)

1. はじめに

Signal、Data、Information、Knowledge はいずれも「情報」と訳されるが、それぞれ異なる意味を持つ。Signal (信号) は、物理的な現象や電子的な変化を指し、コンピュータ通信においては電圧に変換され、2 進数 (bit) によって表される。Data (データ) は、信号から取得された数値や文字の集合で、特定の形式 (format) を持つ。Information (情報) は Data を整理し、特定の目的や文脈、様々な経験などに基づいて解釈されたものであり、Knowledge (知識) は Information を蓄積し、経験や学習を通じて得られた理解や洞察を指し、問題解決や意思決定に利用される。

これらは、最もプリミティブな階層から、Signal、Data、Information、Knowledge の順に階層化され、人対人のコミュニケーションは Information の交換である。歴史的には Information でのコミュニケーションでは五感を通じて情報が交換されてきたが、デジタル信号による情報の符号化が実現して以降、コンピュータ通信においては何らかの方法で符号化され、Information が Signal として送受信されるようになった。

ところで、人対人のコミュニケーションにおいては、様々な理由によって、Information が正しく交換できない状況が発生する。この状態は communication error であり、当事者間で一種のストレスとなる。この状況は異なる言語を母語とする人対人のコミュニケーションにおいてより頻繁に発生し得る。人対人における communication error の程度には幅があり、微細な違和感を覚える程度から全く Information が伝わらない状況もあり得る。しかし、その原因の特定や問題解決の方法については経験則に基づくものが多く、個別対応によって対処することに対して疑問を持つことも少ない。

一方、コンピュータ通信においても communication error は発生し、一部の Signal が欠損することで、複合が不完全なものもあれば、通信が確立されずに Signal の送受信が成立しないものもある。しかし、人対人における error と比較すると、定量的に error の程度を測定したり、原因特定や改善方法、復元方法が実現可能なアルゴリズムの問題として開発されてきたという点で大きく異なる。

実際にコンピュータ通信で error が発生した場合、システム管理者はコンピュータ通信を階層的に切り分けて検証し、どの階層においてコミュニケーション障害が発生しているかを特定する。代表的な階層化の概念が OSI 参照モデル (Open Systems Interconnection Reference Model) とよばれる概念モデルであり、コンピュータ通信における標準仕様や対応するツールもこの概念モデルに基づいて定義される (ISO/IEC 7498-1, 1994)。

そこで、本研究においてはコンピュータ通信における OSI 参照モデルを人対人のコミュニケーションに適用し、人対人における communication error のための「HI 参照モデル

(Human Interaction Reference Model)」を提案し、その階層モデルを言語教育に応用する方法について検討することにする。

2. OSIの7層構造と communication error への対応

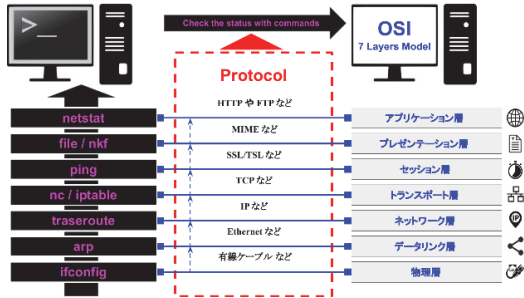


図1 OSI参照モデルにおける各階層と障害特定のネットワーク・コマンド

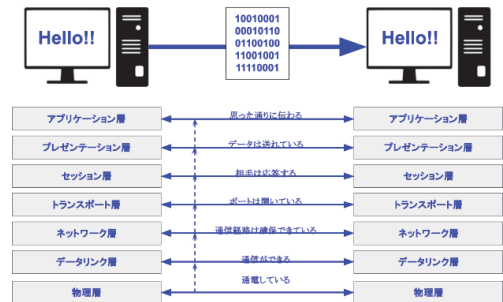


図2 OSI参照モデルの通信確認手順

OSI参照モデルモデルとは、コンピュータで生成されたデータがネットワークを通じてSignalとして伝達される過程について、以下に掲げるようにネットワークの通信規則（通信プロトコル）を7つの階層に分けて定義したものである。

- **物理層（Physical Layer）：**

データの物理的な伝送を担当し、ケーブルや電波などのインタフェースを管理する。ネットワーク障害が起こる場合、ケーブルの断線や電波の干渉などの物理的な問題が考えられる。対応としては、ケーブルの交換や周囲の電磁干渉の除去が必要である。Linuxではifconfigなどのコマンドによって状態を診断することができる。

- **データリンク層（Data Link Layer）：**

データのフレーム化やエラーチェックを行い、物理層で送信されたデータのエラーを修正する。ネットワーク障害では、フレームの誤りや衝突が問題となる。対応策としては、フレームの再送信や衝突ドメインの管理が考えられる。Linuxではarpなどのコマンドによって状態を診断することができる。

- **ネットワーク層（Network Layer）：**

ルーティングやパケットの転送を管理し、異なるネットワーク間の通信を実現する。ネットワーク障害では、ルーティングテーブルの問題やパケットのロスが考えられる。対応としては、ルーティングの再設定やパケットの再送信が必要である。Linuxではtraserouteなどのコマンドによって状態を診断することができる。

- **トランスポート層（Transport Layer）：**

エンドツーエンドでの通信制御を行い、信頼性のあるデータ転送を実現する。ネットワーク障害では、セッションのタイムアウトやポートの過負荷が問題となる。対応策としては、タイムアウト時間の調整や適切なポートの再配置が考えられる。Linuxではncあるいはiptablesなどのコマンドによって状態を診断することがで

きる。

- **セッション層 (Session Layer) :**

接続の確立、管理、終了を担当し、通信のセッション制御を行う。ネットワーク障害では、セッションの意図しない終了やマルチプレクシングの衝突が問題となる。対応策としては、セッションの再確立やマルチプレクシングの調整が必要である。Linux では ping などのコマンドによって状態を診断することができる。

- **プレゼンテーション層 (Presentation Layer) :**

データの符号化や暗号化を担当し、相互に理解可能な形式でデータを変換する。ネットワーク障害では、データの変換エラーや暗号化の問題が考えられる。対応策としては、データの再変換や暗号化鍵の更新が考えられる。符号化における障害については、Linux では file や nkf などのコマンドによって状態を診断することができる。

- **アプリケーション層 (Application Layer) :**

最終的なユーザーインタフェースを提供し、特定のアプリケーション間での通信を管理する。ネットワーク障害では、アプリケーションのクラッシュやプロトコルの互換性が問題となる。対応策としては、アプリケーションの再起動やプロトコルのアップデートが必要である。Linux では netstat などのコマンドによって状態を診断できることもある。

OSI 参照モデルは、コンピュータ通信における通信プロトコルの設計と理解を助けるために作られたモデルであり、コンピュータ通信の初学者が最初に学ぶ知識でもある。現在では、OSI 参照モデルはあくまで概念モデルとして、情報系の資格取得のために暗記させられるだけの知識となってしまうのが実情ではあるが、通信障害の原因特定を行う際などに、原因特定する際に役立つこともあり、ネットワーク・コマンドと呼ばれるプログラムの実行命令によって、各階層での通信が正常に行われているかを判定することができる。

3. OSI 参照モデルから考察した「人対人のコミュニケーション」

OSI 参照モデルはコンピュータ通信におけるコミュニケーション障害の原因特定に役立つが、対人コミュニケーションに置き換えた場合にはどのようにして整理できるかを検討してみる。以下は検討した結果をまとめたものであり、OSI 参照モデルに対して、「HI 参照モデル (Human Interaction Reference Model)」と呼ぶこととする。

- **客体層:**

OSI 参照モデルにおける「物理層」に相当する。相手の存在の有無として定義する。例えば、居ると思ったら、相手が居なかったり、相手が自分を認識していない場合など、相手の反応が全くないことで異常を察知できる。壁越しで相手に話しかけているつもりが、相手に全く聞こえていない場合などもこの階層に相当する。

● 身体層:

OSI 参照モデルにおける「データリンク層」に相当する。相手の認識の有無として定義する。例えば、耳の聞こえない人に話しかけたり、目の見えない人に身振りで伝えようとする場合など、相手の反応が全くないことで異常を察知できる。日本人とっていた相手が知らない言語で話し始めた瞬間などもこの階層での障害に相当すると考えられる。少なくとも、情報の発信者からは相手が認識できているという点で客体層における障害と切り分けることができる。

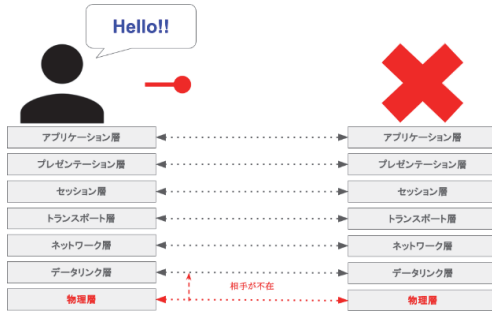


図3 「客体層」における error の例

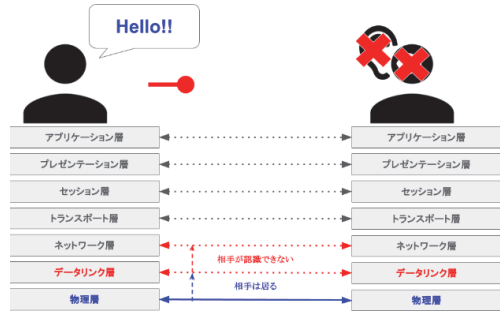


図4 「身体層」における error の例

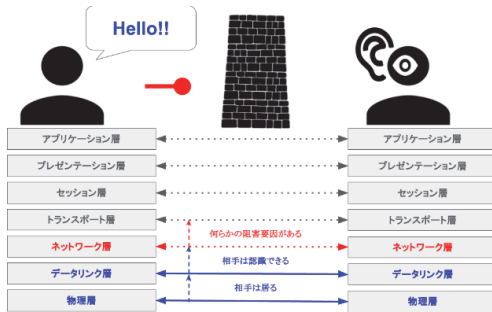


図5 「環境層」における error の例

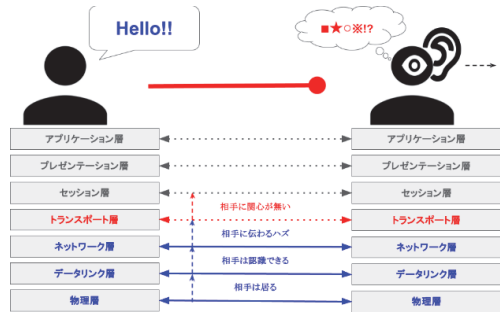


図6 「関心層」における error の例

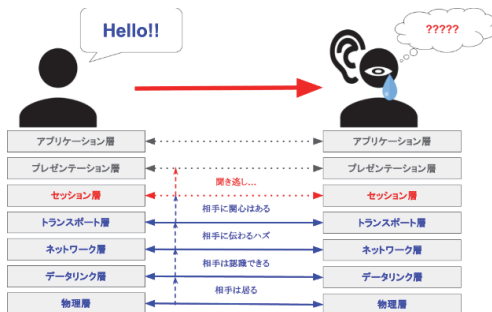


図7 「同期層」における error の例

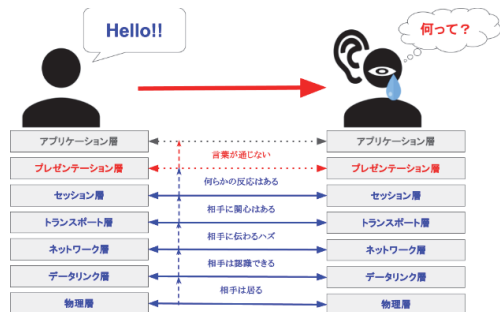


図8 「語彙層」における error の例

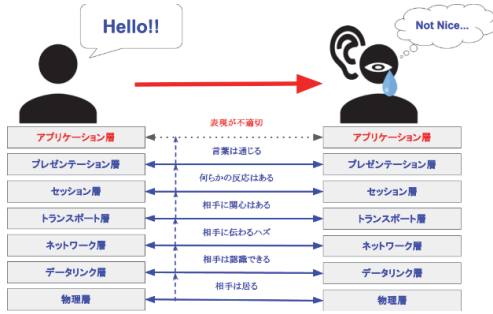


図 9 「表現層」における error の例

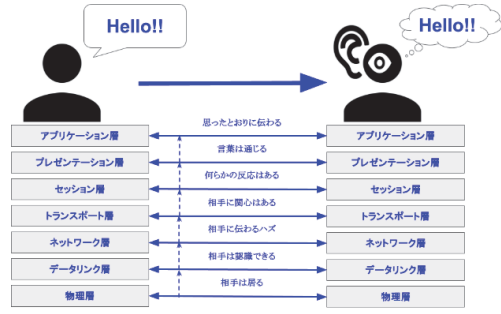


図 10 円滑なコミュニケーションの実現



OSI 参照モデル	人対人参照モデル	障害発生時の認識	階層
アプリケーション層	表現層	違和感を感じる	能力層
プレゼンテーション層	語彙層	理解できていない	
セッション層	同期層	伝わっていない	主体層
トランスポート層	関心層	相手に聞く気がない	
ネットワーク層	環境層	相手の反応が異常	物理層
データリンク層	身体層	相手の反応が無い	
物理層	客体層	相手の反応が無い	

図 11 HI 参照モデルの概要と error の判定基準

● 環境層:

OSI 参照モデルにおける「ネットワーク層」に相当する。障害要因の有無として定義する。本来であれば情報の送受信が可能であるにも関わらず、雑音（ノイズ）によって情報交換が行われない状況である。例えば、周囲の騒音で声が聞こえない状態、Web 会議で通信が途切れてしまう場合など、相手の反応から異常を察知できる。

● 関心層:

OSI 参照モデルにおける「トランスポート層」に相当する。相手の関心の有無として定義する。例えば、他人の発表中に自分の発表準備をする、授業中に寝る学生など、相手がコミュニケーションをとる気が無い状況が明確である場合や、いわゆる、思い込みなど、相手の意図をそのまま受容せず、自分の意図で理解しよ

うとしていることが相手の反応によって明らかな場合に異常を察知できる。言語表現力が同等な当事者同士であるにも関わらず、コミュニケーションが上手く行うことができない場合はこの層での障害が原因が大きいと考えられる。

- **同期層:**

OSI 参照モデルにおける「セッション層」に相当する。相手との同期状態として定義する。例えば、聞いていたはずだけど、聞き逃してしまったときなど、一見するとコミュニケーションが取れているように見えるものの、情報伝達のタイミングがズレることでコミュニケーションが不成立となる。先行研究の整理を行う際に、古い文献の内容を当時の時代背景を考慮せずに批判してしまうといった行為もこの階層に相当すると考えられる。外国語での会話中に頭の中で母語に翻訳しようとした結果、翻訳が追いつかなくなって理解できなくなるのはこの階層での障害であると考えられる。

- **語彙層:**

OSI 参照モデルにおける「プレゼンテーション層」に相当する。言語の一致として定義する。ここでの言語には身体表現も含め、広義での言語とする。例えば、同じ日本人同士であっても、大学に入学したばかりの新入生がビジネス用語を全く理解できなかったり、知識と学力が高い人であっても、哲学や法律、医学の専門書を読んで理解できないことがある。すなわち、文法的には理解することができても、内容を理解できない場合に異常を察知することができる。

- **表現層:**

OSI 参照モデルにおける「アプリケーション層」に相当する。表現の適切性として定義する。例えば、留学生が不適切な言葉を間違って使うとき、敬語を知らない学生の失礼な発言など、いわゆる時と場と雰囲気（TPO）が合致していない場合、違和感という形で異常を察知することができる。ただし、この階層における異常は当事者間の許容度によって、異常の度合いも異なるため、必ずしも大きな問題とはならないことも多い。

さらに、この7層を抽象的に3階層にまとめ上げると、客体層、身体層、環境層の3階層は物理的な要因に依存するため「物理層」として捉えることができ、関心層と同期層は情報交換を行う上での主体間の態度に依存するため「主体層」として捉えることができ、語彙層と表現層は言語以外の経験や能力に依存するため「能力層」とすることができる。

4. HI 参照モデルを用いた学習改善の応用可能性について

HI 参照モデルを検討する意義は単にコミュニケーション障害の原因を階層的に理解するだけでない。HI 参照モデルに対応するように授業評価アンケートあるいは学習評価アンケート等を設計することで、学習者からのフィードバックを学習環境の改善や授業法の改善などにも役立てることができる可能性がある。

まず、「物理層」に着目してみると、「身体層」と「環境層」については教育の内容そのものよりも、設備面や補助的な機器を導入することで学習の質を高めることができる。この階層における諸問題と改善や対策は指導者の力量よりも、組織的な改善が必要な部分で

あり、教育機関においては組織的に環境を整備することが望まれる。

次に、「主体層」では「関心層」と「同期層」のいずれにおいても「教える側」と「教わる側」のいずれにも改善の余地があり、この部分こそが語学教育における最も重要な観点になると考えられる。例えば、大学での授業中に学生がスマートフォンで授業に関係のない事をしていたり、授業中に寝てしまうといった現象は必ずしも学習者側に責任を押し付けることはできず、指導者側が学習者の好奇心を高めることができるような工夫を行うことも必要になってくる。

そして、「能力層」の「語彙層」と「表現層」においては、学習者の日常的な取り組みや専門知識といった語学面以外での努力が必要とされる一方で、例えば、より専門性の高い教育が展開できるようなクラスや教材開発といったことが必要とされる。

このように見てみると、HI 参照モデルを用いて学習効果の測定を行った場合、より深い階層から、組織、指導者、学習者の順に学習効果の向上のための責任の中心が変化していくことが分かる。また、学習の場において現場に立つ指導者が各階層ごとの課題を見極め、必要に応じて、組織的な解決に向けて働きかけを行ったり、学習者がより明確に課題を見つめることができるように教材開発や指導方法の改善に向けて努力することが肝要であると考えられる。

5. おわりに

本研究においては、試論としてコンピュータ通信における OSI 参照モデルを対人との関係に落とし込み、「HI 参照モデル」を提案した。この試みによって、対人における **communication error** についても階層的に理解できる可能性を示した。また、階層的に **error** を整理することで、その根本的な課題がどこに潜んでいるのか、あるいは、**error** への対応について何が主体となって解決できるかについても整理ができることがわかった。HI 参照モデルは学習効果を測るためのアンケート調査を設計する際にも利用できる可能性があり、学習者からのフィードバックを適切に反映させる方法として利用できる可能性もある。

しかしながら、今回の検討では非常に限定された状況しか整理されておらず、あらゆるケースについて網羅的に対応できるかについては検討を重ねる必要があり、独断的な部分は否めない。また、コンピュータ通信における伝達プロセスとは異なり、異なる階層での **error** が水平的に発生することがあり、必ずしも階層的に解決できるとは限らない面も想定できる。また、コンピュータ通信においてはネットワーク・コマンドとよばれるプログラムを呼び出す命令文が存在し、**error** が発生した際には各種コマンドによってネットワークの状態を診断したり、**error** がどの階層で発生しているかを検証できるが、本研究においては、そうした **error** を診断するためのツールの開発には至らなかった。

これまでは、対人における **communication error** を客観的に評価したり、その原因を特定することは非常に困難であったが、近年の生成系 AI の発展は目覚ましく、その活用を通して **communication error** を検証するためのプロンプトを開発できる余地はある。例えば、本研究で提案した HI 参照モデルを使って、階層的に評価基準を設定し、各階層ごとの達成度を指標化する方法などが考えられる。今後はこうした生成系 AI を用いた評価手法についても検討を行いたい。

謝辞

本研究は芸術文化観光専門職大学における1年次生向けの必須科目「情報処理演習」において、OSI参照モデルの説明を文系学生でも理解しやすいように説明するための話を元に、言語教育の観点から再整理を試みたものである。言語教育の観点から再整理を行うにあたっては、同大学の傅建良准教授にアドバイスを頂いた。文末であるが謝意を表したい。

参考文献

ISO/IEC 7498-1 (1994). Information technology — Open Systems Interconnection — Basic Reference Model: The Basic Model, International Standard.