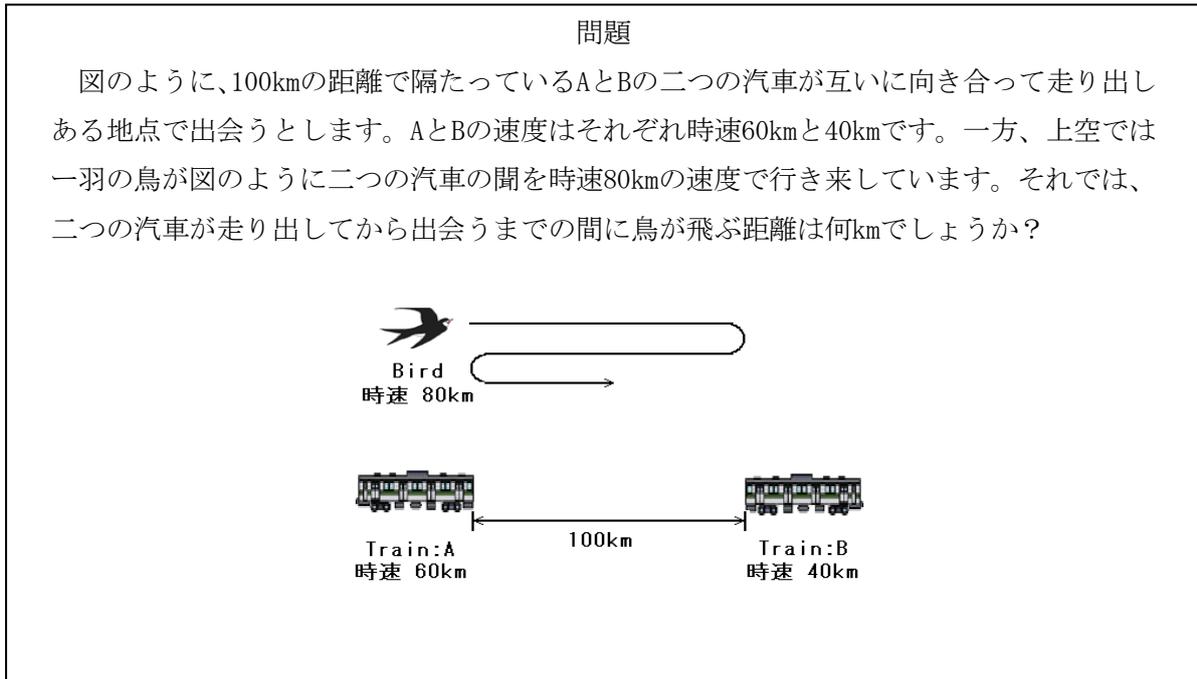


トップダウン思考とボトムアップ思考

2013-04-03

Q: トップダウン思考とボトムアップ思考はどう違うのでしょうか？

A: 問題を解決する際の脳の情報処理の違いですが、下記の“Bird-and-Train Problem”という問題を説明するとわかりやすいでしょう。この問題を苦勞してもなかなか解けない人と短時間で容易に解ける人がいるはずで、解けない人はボトムアップ思考で解こうとしている人で、解ける人はトップダウン思考で解いている人といえます。



Q: 具体的にはどういうことでしょうか？

A: 解けない人は「幼少期に習ったことがある旅人算の問題に似ているので、旅人算を使えば何とかなるのではないか」と安易に考えて問題を解き始めてしまうのです。鳥と汽車Bが何時どこで出会うか。次に、そこから鳥が折り返して汽車Aと何時どこで出会うか。このような計算を繰り返していきます。この計算はやってみると分かりますがなかなか大変で、とても暗算ではできません。これに対して、少し考え方を換えればいとも簡単に解くことができます。鳥が何km飛ぶかということは、速度が分かっているので、飛ぶ時間が分かればよいはずで、その時間は、二つの汽車が出会うまでですから、距離100kmを二つの汽車の合成速度100kmで割れば1時間となります。従って、時速80kmの鳥が1時間飛べば、飛ぶ距離は80kmということになります。この計算は暗算でも簡単にできます。前者がボトムアップ思考で、後者がトップダウン思考といえます。

Q: 両者の本質的な違いはどこにあるのでしょうか？

A: それは、ボトムアップ思考は、問題の本質を見極める前に「旅人算」という手段を闇雲に使おうとする手段重視型であるのに対して、トップダウン思考は「求められているのは鳥が飛ぶ距離であって、それには鳥が飛ぶ時間を計算すればよい」とする目的重視型という点です。

Q: ボトムアップ思考ではなぜいけないのでしょうか？

A: 学校教育で習った知識や手法が世の中のすべての問題に有効とは限らないのです。事実、旅人算の式をプログラム化してスーパーコンピュータで強引に解こうとしても、この問題の厳密解は絶対に得られません。実社会で遭遇する問題は、すべてコンピュータのプログラムやマニュアルのようなボトムアップ思考の情報処理で解けるとは限らないのです。そうです。コンピュータやマニュアルで代行できる脳の情報処理がボトムアップ思考なのです。

Q: 逆に、なぜトップダウン思考でなければならないのでしょうか？

A: 実社会の問題は、学校で習う問題のように「正解が一つだけ必ず存在する」というものとは限りません。正解がなくとも、必死になって次善の策を探さなければならないケースも多く存在します。その場合、コンピュータやマニュアルに頼るのではなく、人間が全能を傾けて問題解決を計らざるを得なくなります。コンピュータやマニュアルでは代行できない脳の高度な情報処理がトップダウン思考であり、実社会で必ず必要になる局面があるのです。

Q: 脳の高度な情報処理であるトップダウン思考はコンピュータに優るといえることですか？

A: その通りです。コンピュータはプログラムがなければ絶対に情報処理できません。言い換えれば、ボトムアップ思考の情報処理のためのツールに過ぎないのです。これに対して、脳はプログラムがなくともあらゆる智慧を活かして情報を処理できます。しかも、「脳の学習機能」といって、訓練や教育によって半無限に情報処理能力を高めることができます。こうして高度に訓練された脳の機能がトップダウン思考なのです。コンピュータと同じ働きを期待することは到底できません。この事実を理解せずにコンピュータやロボットが脳の機能を代行できると誤解する技術者がいますが、必ずどこかで失敗しています。コンピュータが脳を越えられないことはトップダウン思考で少し考えればわかるはずで

Q: トップダウン思考を磨くための訓練はあるのですか？

A: 航空機のパイロットが非常事態に遭遇した際の対応能力を高める訓練があります。従来は典型的な非常事態に備えたマニュアルを使う訓練に留まっていたのですが、民間航空界はこれでは事故を防げないことに気づきました。マニュアルに頼るだけのボトムアップ思考ではなく、状況に応じて臨機応変にトップダウン思考で対応するための訓練はCRM (Crew Resource Management) 訓練とよばれています。

Q: 民間航空界でCRM訓練は効果を発揮しているのですか？

A: 残念ながら、CRM訓練がトップダウン思考の問題解決の訓練であることは民間航空界ではまだ十分には理解されていません。これまでの訓練とはまったく異なるという発想の転換ができておらず、効果を発揮していないのが実情です。CRM訓練が正しく行われていれば防げた事故は少なくありません。

Q: トップダウン思考は航空機的设计にも必要なのではないのでしょうか？

A: その通りです。しかし、航空機的设计者は、非常事態における対応でコンピュータよりも人間のトップ

ダウン思考が優ることを理解できず、パイロットよりコンピュータを優先させるシステムの自動化を進めてしまっています。このような設計方針を「技術中心の設計 (Technology-centered Design)」といいます。最初にこの設計方針を採用したのはエアバスですが、ボーイングなど他のメーカーもやむなく追随しています。反対に、コンピュータよりも人間を優先させる設計方針が「人間中心の設計 (Human-centered Design)」です。

Q: 技術中心の設計の航空機が事故を起こしているのでしょうか？

A: 残念ながらそれに関連した事故は増えています。マスコミはそのことをあまり報じませんが、欧米のパイロットは脅威を感じて議論し始めています。

Q: ボーイング 787のリチウムイオン電池の発火問題も技術中心の設計に関係があるのですか？

A: 鋭いご質問です。リチウムイオン電池が発火しやすいことは知られていますが、技術中心の設計のいわゆるFly-By-Wire機ではリチウムイオン電池のような高性能電池を従来型の電池に戻せないのが実情です。ボトムアップ思考の問題解決しかできない関係者は、いまだにリチウムイオン電池の発火原因を把握できていません。

Q: トップダウン思考ならリチウムイオン電池の発火原因がわかるというのですか？

A: トップダウン思考なら簡単に発火原因がわかります。トップダウン思考はそれほど問題解決の強力な武器といえるのです。

Q: トップダウン思考は学校教育で教えられているのでしょうか？

A: トップダウン思考はこれまでの学校教育ではほとんど教えられていません。特に、明治時代に欧米文化に追い付くための富国強兵策をとった我が国では、理科系、文科系を問わず、ボトムアップ思考の問題解決の教育に終始してきました。そのために、我が国の指導層はトップダウン思考の問題解決ができない状況になっています。欧米先進国や中国、韓国などのアジア諸国では幼少期からのトップダウン思考の教育が始められていると聞いています。

Q: ボトムアップ思考とトップダウン思考の別名はありますか？

A: 学術の世界では、ボトムアップ思考をデータ駆動型(Data-driven)、トップダウン思考を概念駆動型(Conceptual-driven)とよぶことがあります。

Q: 我が国ではトップダウンは「上意下達」と訳されているようですが・・・？

A: 欧米諸国でもトップダウンがそのような意味合いで使われることがありますが、我が国とは少しニュアンスが違うようです。我が国で「上意下達」は「有無を言わず上位の者の命令を下位の者に実行させる」という意味ですが、欧米では上位の者は下位の者よりトップダウン思考の問題解決が得意であることが前提とされています。すなわち、欧米では「上意下達」と「トップダウン」の意味はそれほど乖離していません。はたして、我が国の実情は欧米と同じといえるのでしょうか？