資料６

デジタルゲームの人工知能と数学、プログラミング教育

https://www.facebook.com/youichiro.miyake
http://www.slideshare.net/youichiromiyake
y.m.4160@gmail.com

三宅　陽一郎

2019.1.31

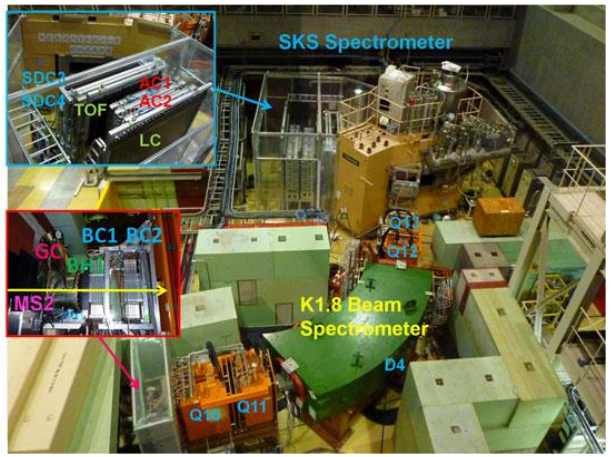
0.　自己紹介

経歴

京都大学（数学）

大阪大学（原子核実験物理）

東京大学
（エネルギー工学/人工知能）



高エネルギー加速器研究所（半年ぐらい。修士論文）

http://www.facebook.com/youichiro.miyake

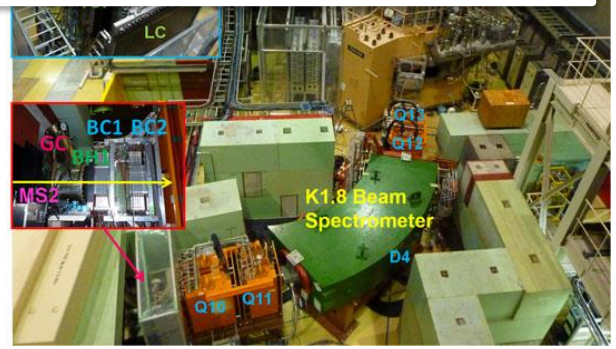
経歴

京都大学（数学）

連続群論で卒業論文
（紙と鉛筆、ときどきコーディング）

大阪大学（原子核実験物理）

ひたすらビックデータ解析
（コーディング）

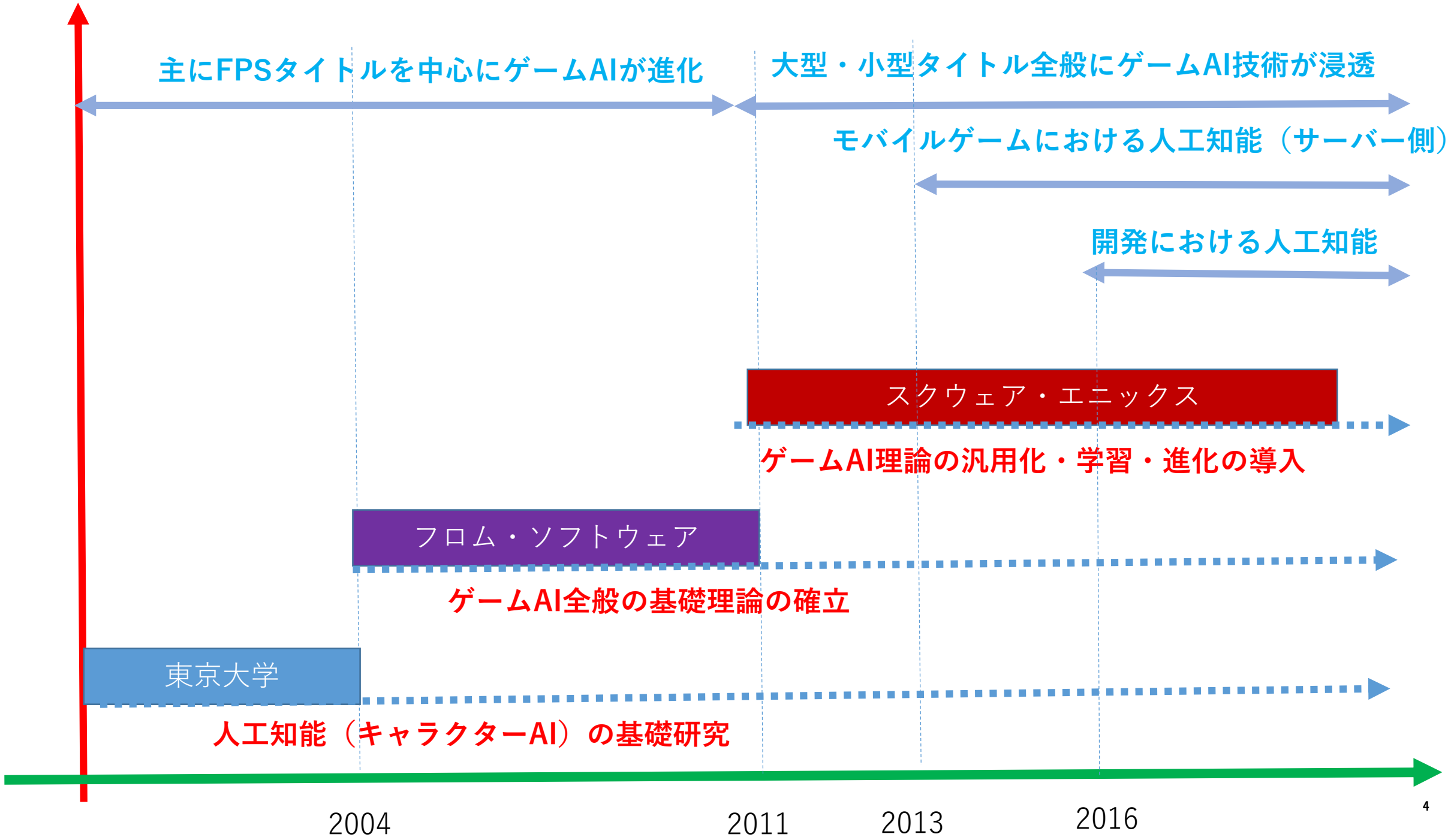


高エネルギー加速器研究所（半年ぐらい。修士論文）

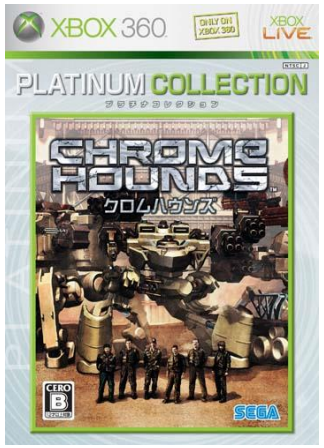
東京大学
（エネルギー工学/人工知能）

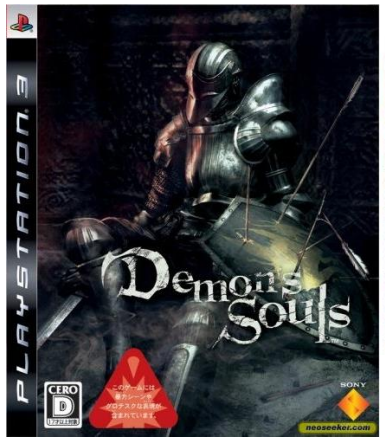
数学＋人工知能のシミュレーショ
（数学とコーディング）

http://www.facebook.com/youichiro.miyake


主にFPSタイトルを中心にゲームAIが進化
大型・小型タイトル全般にゲームAI技術が浸透
モバイルゲームにおける人工知能（サーバー側）
開発における人工知能
スクウェア・エニックス
ゲームAI理論の汎用化・学習・進化の導入
フロム・ソフトウェア
ゲームAI全般の基礎理論の確立
東京大学
人工知能（キャラクターAI）の基礎研究
2004
2011
2013
2016

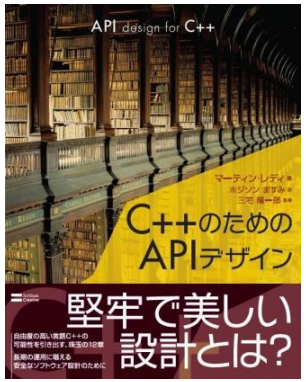
My Works (2004-2017)

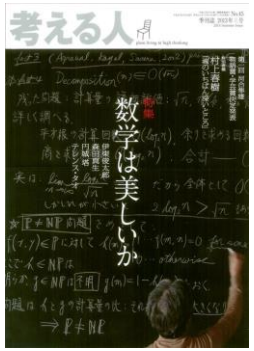


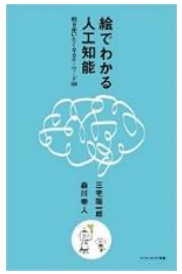


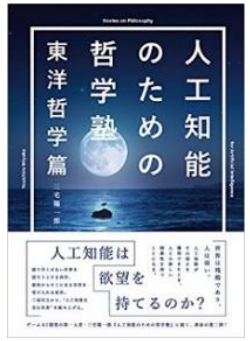
AI for Game Titles

Books









研究者・支援企業最前線 vol.18

The Advanced Technology Industry

取材・文／佐々木正孝　撮影／内海明啓

https://www.criprof.com/magazine/2019/01/31/post-5600/

プログラミング国内・国際コンテスト

サイト名	概要	ウェブサイト
AtCoder	高橋直大が代表取締役を務めるAtCoder社が提供するプログラミングコンテストサイト。	atcoder.jp
yukicoder	小規模なプログラミングコンテストサイト。	yukicoder.me
日本情報オリンピック(Japanese Olympiad in Infomatics(JOI))	高校生向けプログラミングコンテストの国際情報オリンピック(IOI)の代表選考のためのコンテスト。	www.ioi-jp.org

海外 [編集]

サイト名	概要	ウェブサイト
Topcoder	アメリカのAppirio社が提供するプログラミングコンテストサイト。	www.topcoder.com
Codeforces (英語版)	ロシアの大学 (Saratov State University) に所属するMike Mirzayanovらが実施するプログラミングコンテストサイト。	codeforces.com
HackerRank (英語版)	アメリカにあるプログラミングコンテストサイト。	www.hackerrank.com
CodeChef (英語版)	Directi社が運営・提供するプログラミング学習サイト。	www.codechef.com
Project Euler	数学の問題が出題される。	projecteuler.net

国際大会 [編集]

大会名	略称	概要	ウェブサイト
Google Code Jam (英語版)	GCJ	Googleが実施するプログラミングコンテスト。	http://code.google.com/codejam/
Facebook Hacker Cup (英語版)	FHC	Facebookが実施するプログラミングコンテスト。	https://www.facebook.com/hackercup/
ACM-ICPC 国際大学対抗プログラミングコンテスト	ACM-ICPC	大学対抗のプログラミングコンテスト。1970年から始まり今に続く歴史あるコンテストである。	https://icpc.baylor.edu/
TopCoder Open	TCO	TopCoderが実施する祭典コンテスト。	（2016年度）http://tco16.topcoder.com/

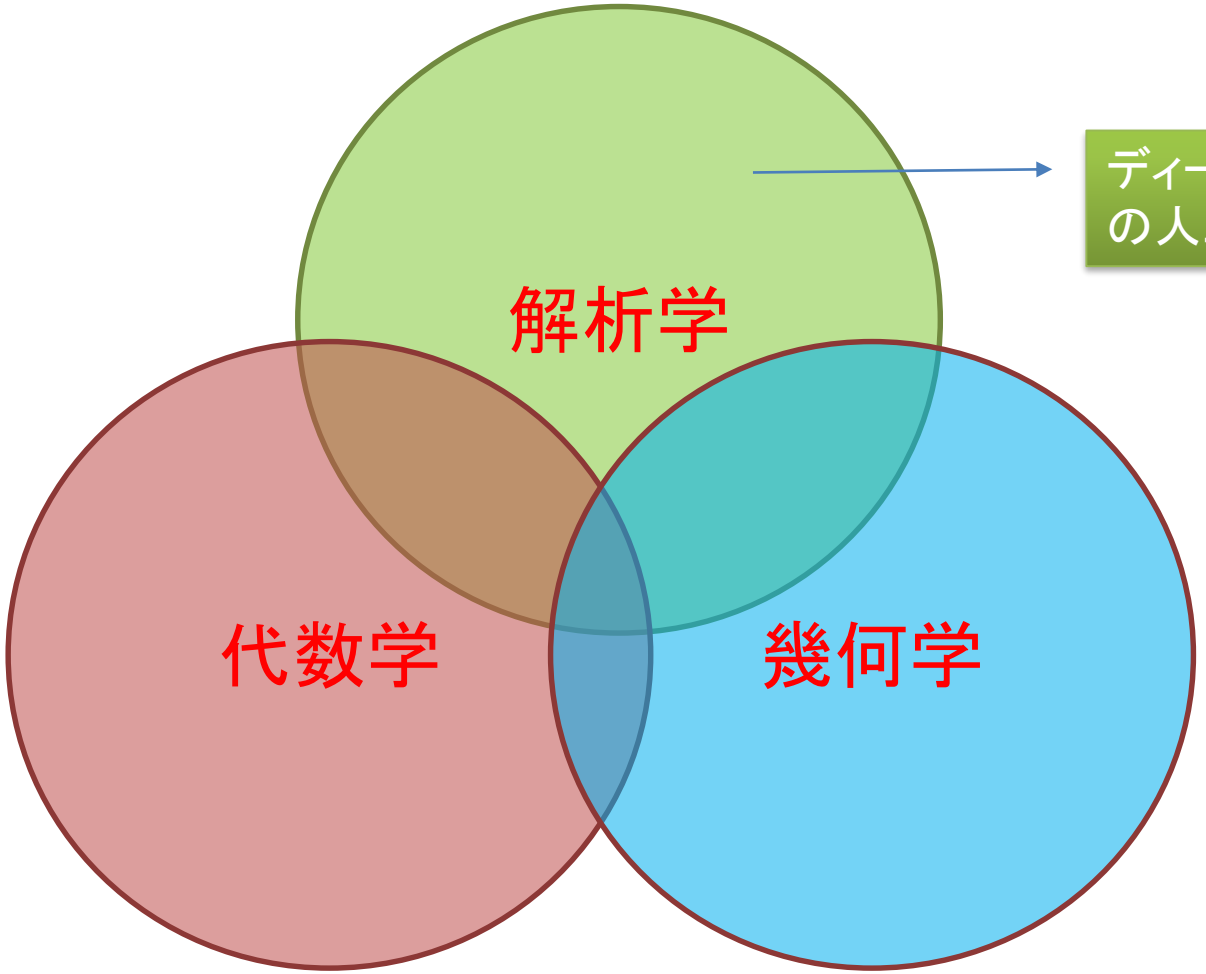
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%AB%B6%E6%8A%80%E3%83%97%E3%83%AD%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%83%9F%E3%83%B3%E3%82%B0

- リクルート社主催（2016年まで）
- チームラボ製作

https://www.youtube.com/watch?v=3m8ljqe4GFI

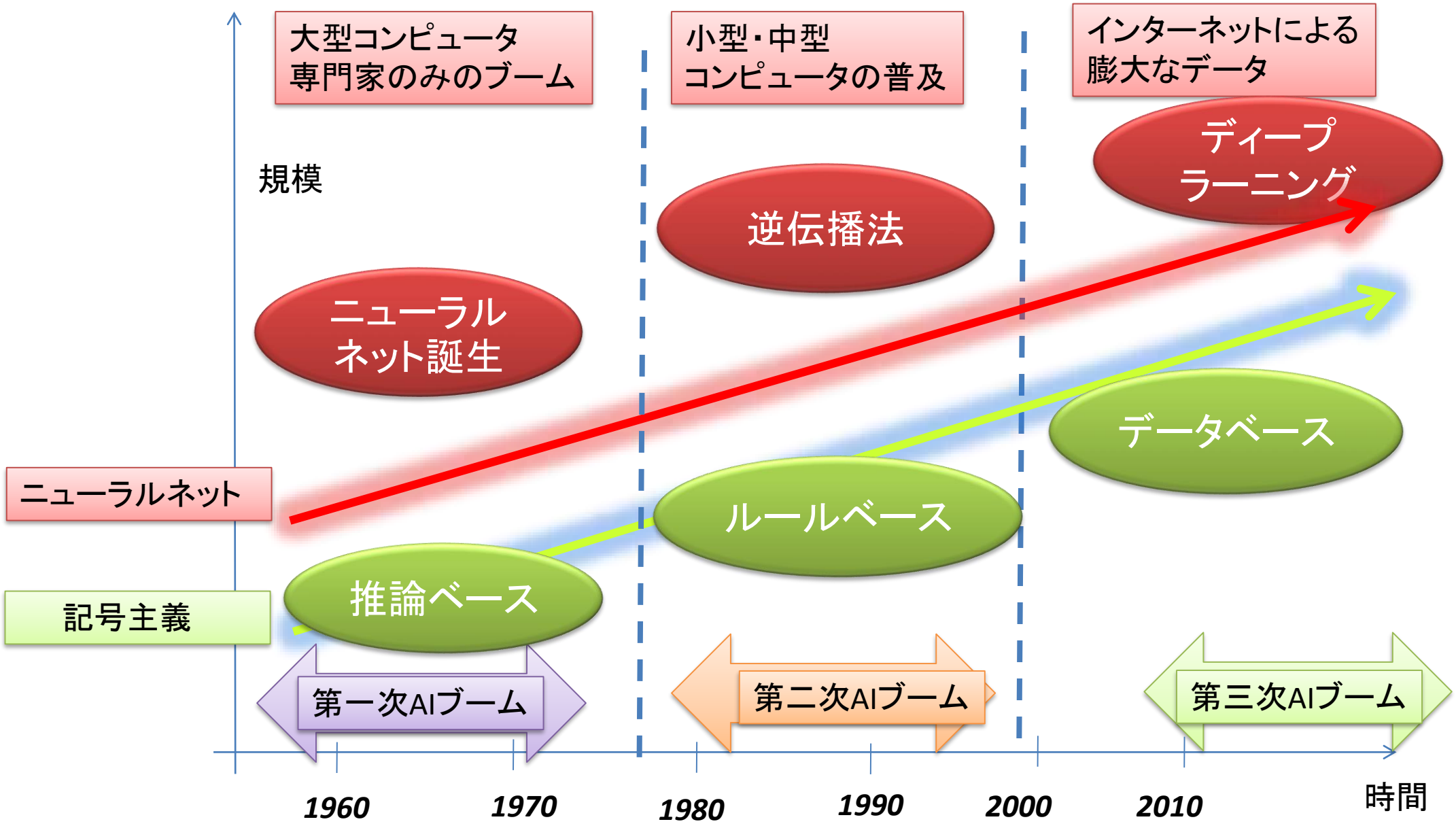
I.　数学と人工知能

人工知能と数学

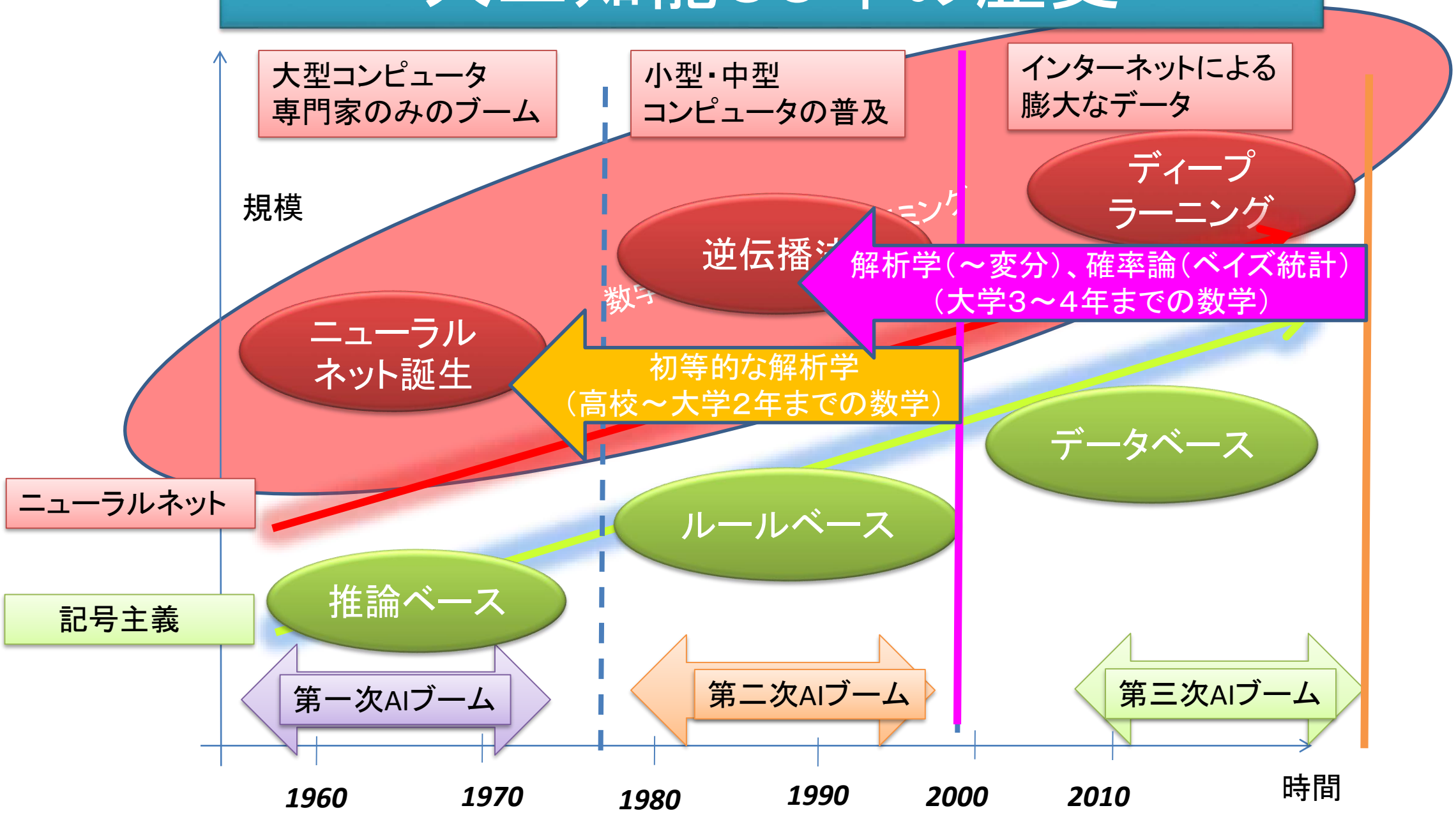


ディープラーニング～学習アルゴリズムの人工知能に必要なのはここ

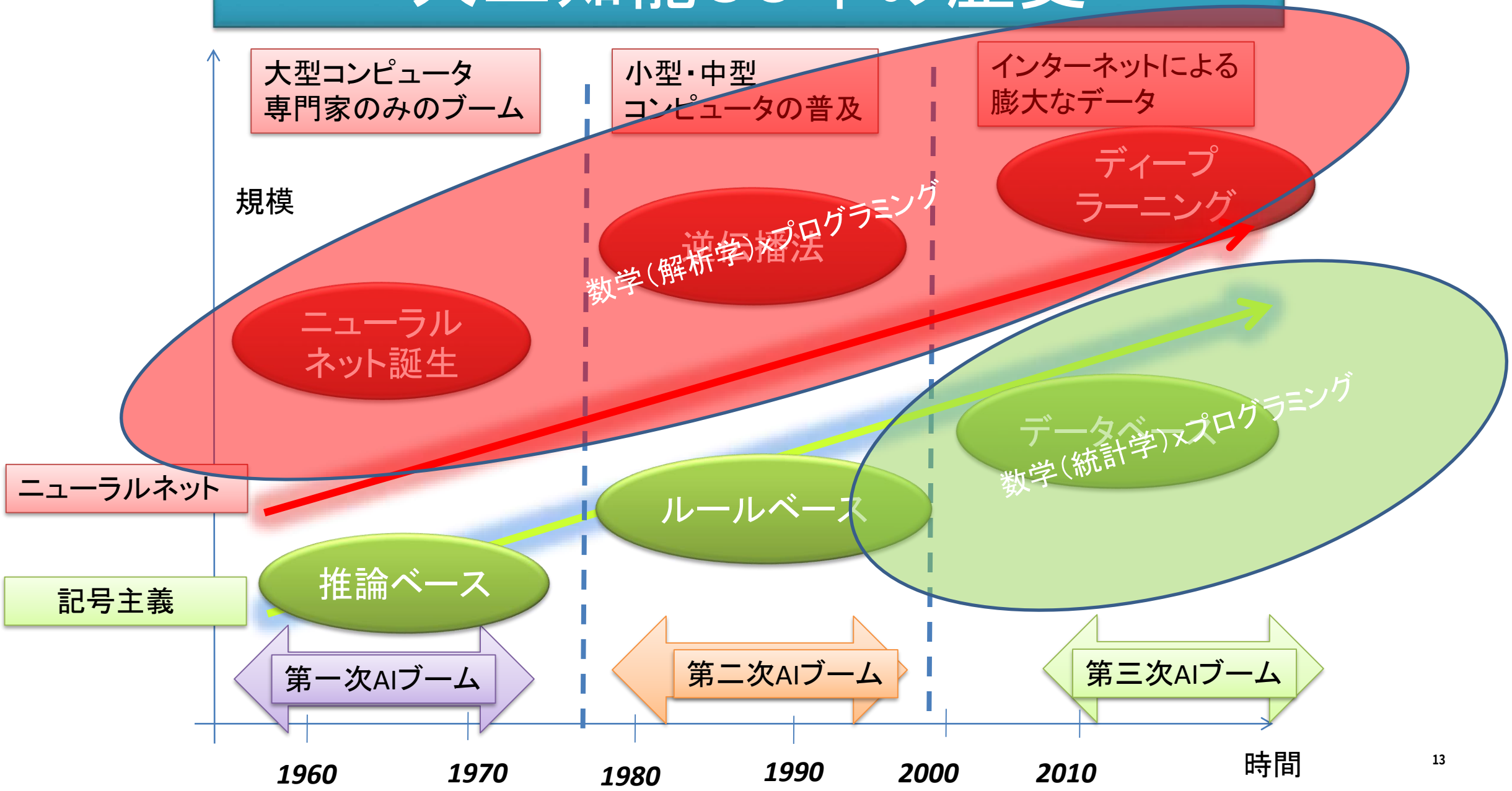
人工知能60年の歴史


大型コンピュータ
専門家のみのブーム
小型・中型
コンピュータの普及
インターネットによる
膨大なデータ
規模
ディープ
ラーニング
逆伝播法
ニューラル
ネット誕生
データベース
ニューラルネット
ルールベース
推論ベース
記号主義
第一次AIブーム
第二次AIブーム
第三次AIブーム
1960
1970
1980
1990
2000
2010
時間

人工知能60年の歴史


大型コンピュータ
専門家のみのブーム
小型・中型
コンピュータの普及
インターネットによる
膨大なデータ
規模
ディープ
ラーニング
逆伝播
解析学（～変分）、確率論（ベイズ統計）
（大学3～4年までの数学）
ニューラル
ネット誕生
初等的な解析学
（高校～大学2年までの数学）
データベース
ニューラルネット
ルールベース
推論ベース
記号主義
第一次AIブーム
第二次AIブーム
第三次AIブーム
1960
1970
1980
1990
2000
2010
時間

人工知能60年の歴史


大型コンピュータ
専門家のみのブーム
小型・中型
コンピュータの普及
インターネットによる
膨大なデータ
規模
ディープ
ラーニング
逆伝播法
数学（解析学）×プログラミング
ニューラル
ネット誕生
データベース
数学（統計学）×プログラミング
ルールベース
推論ベース
ニューラルネット
記号主義
第一次AIブーム
第二次AIブーム
第三次AIブーム
1960
1970
1980
1990
2000
2010
時間

II.　近年の産業と数学の関わり

ゲームの成り立ち

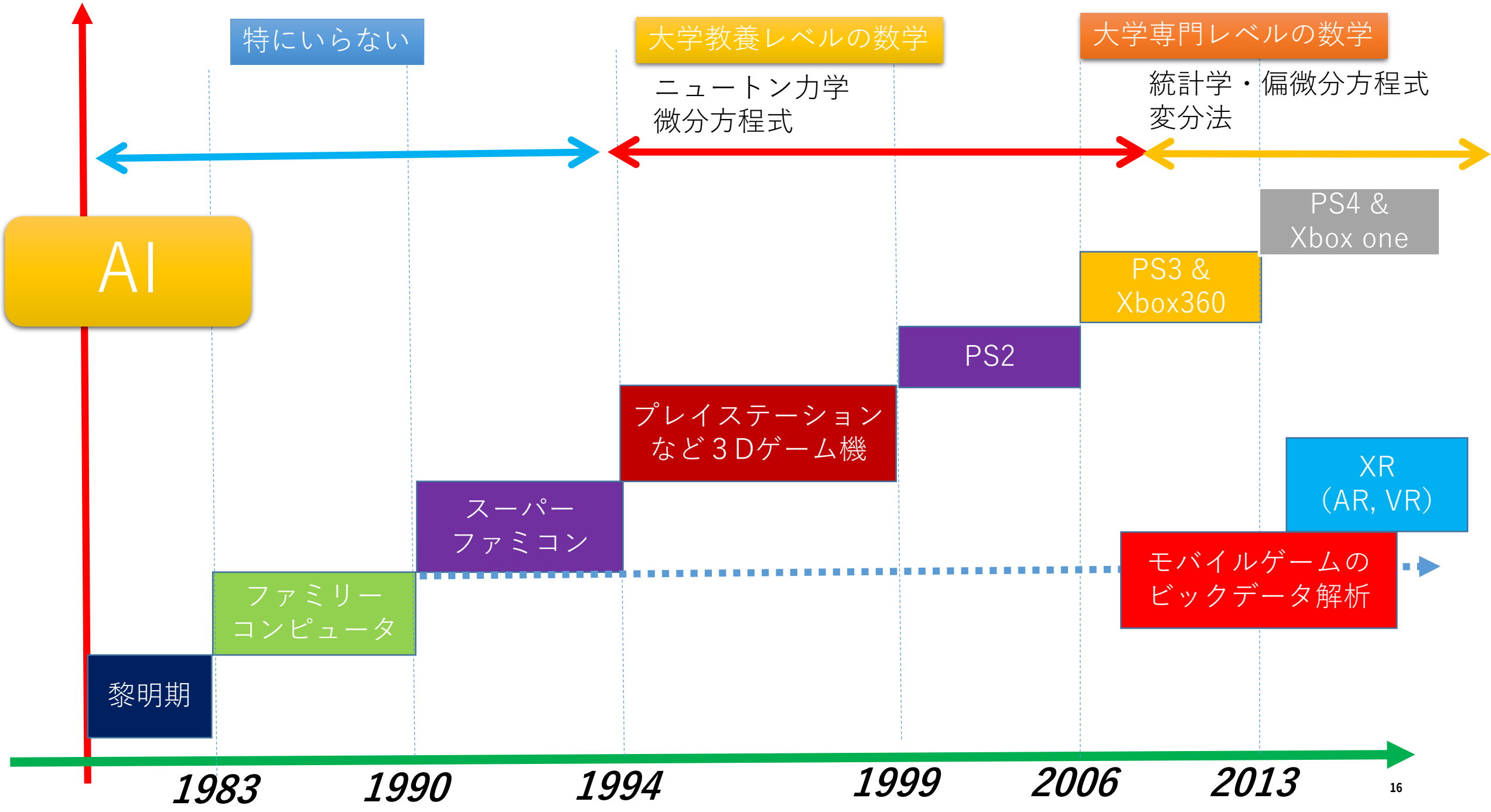
物理&
シミュレーション

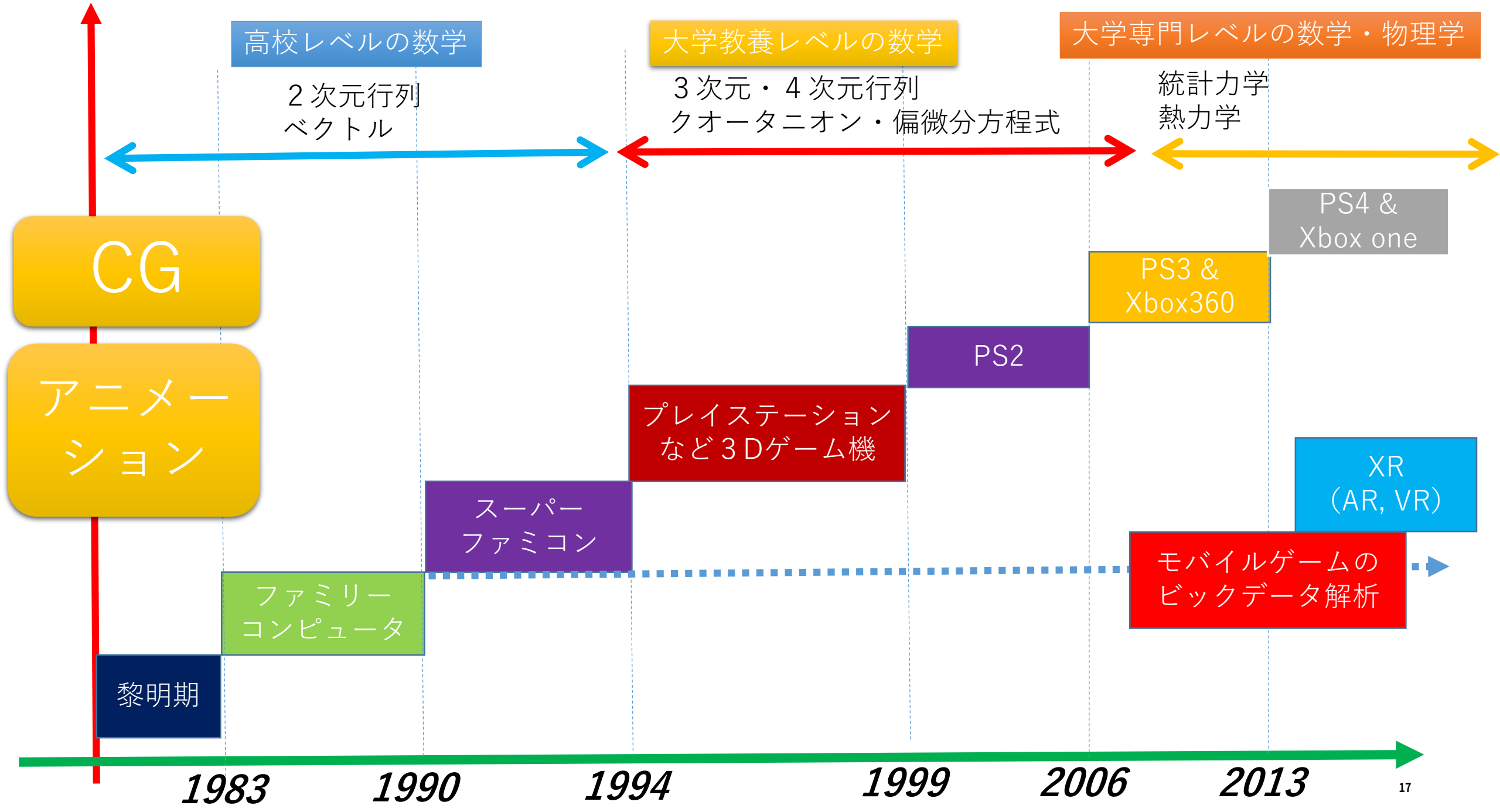
CG

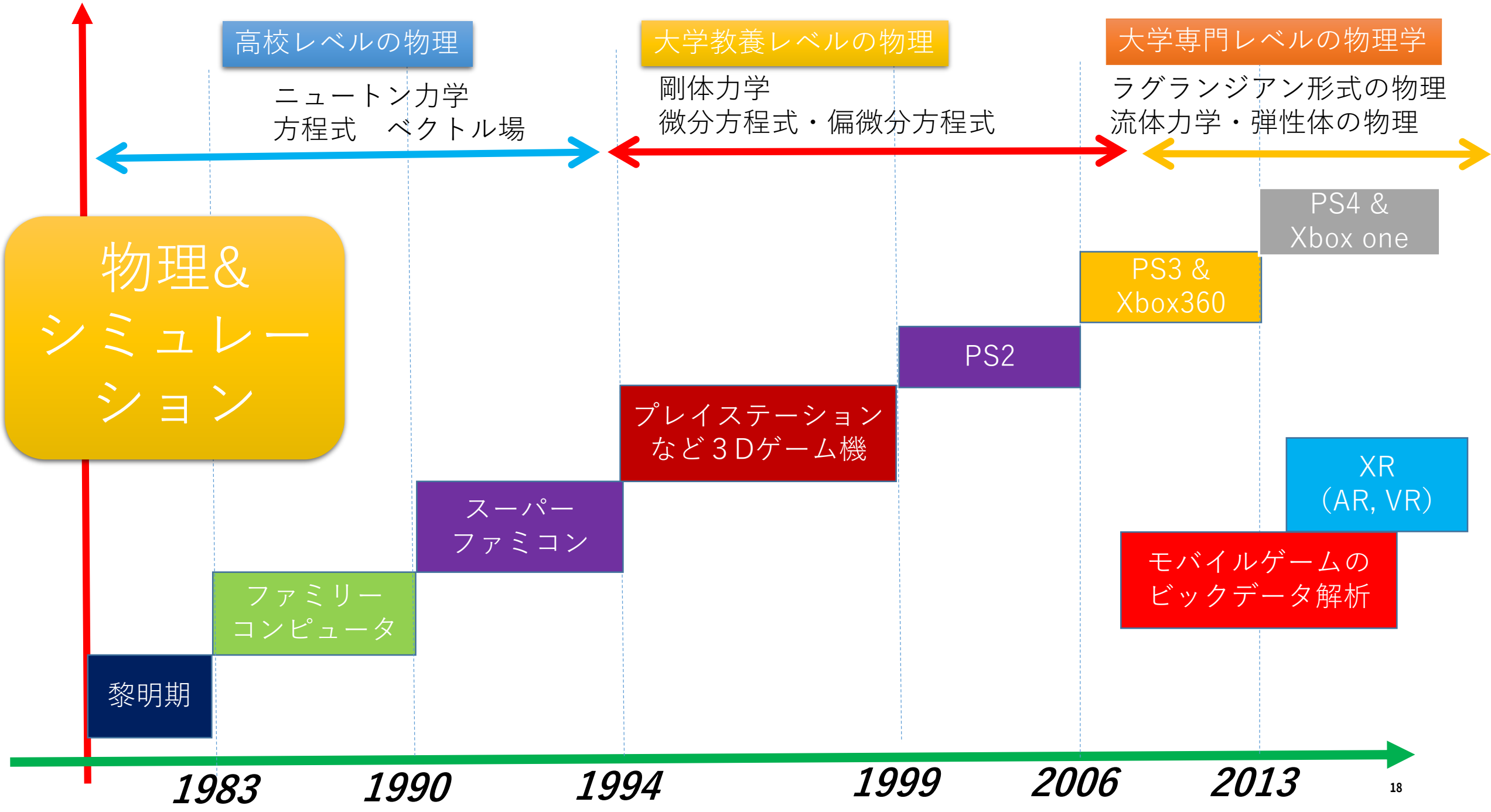
AI

アニメーション

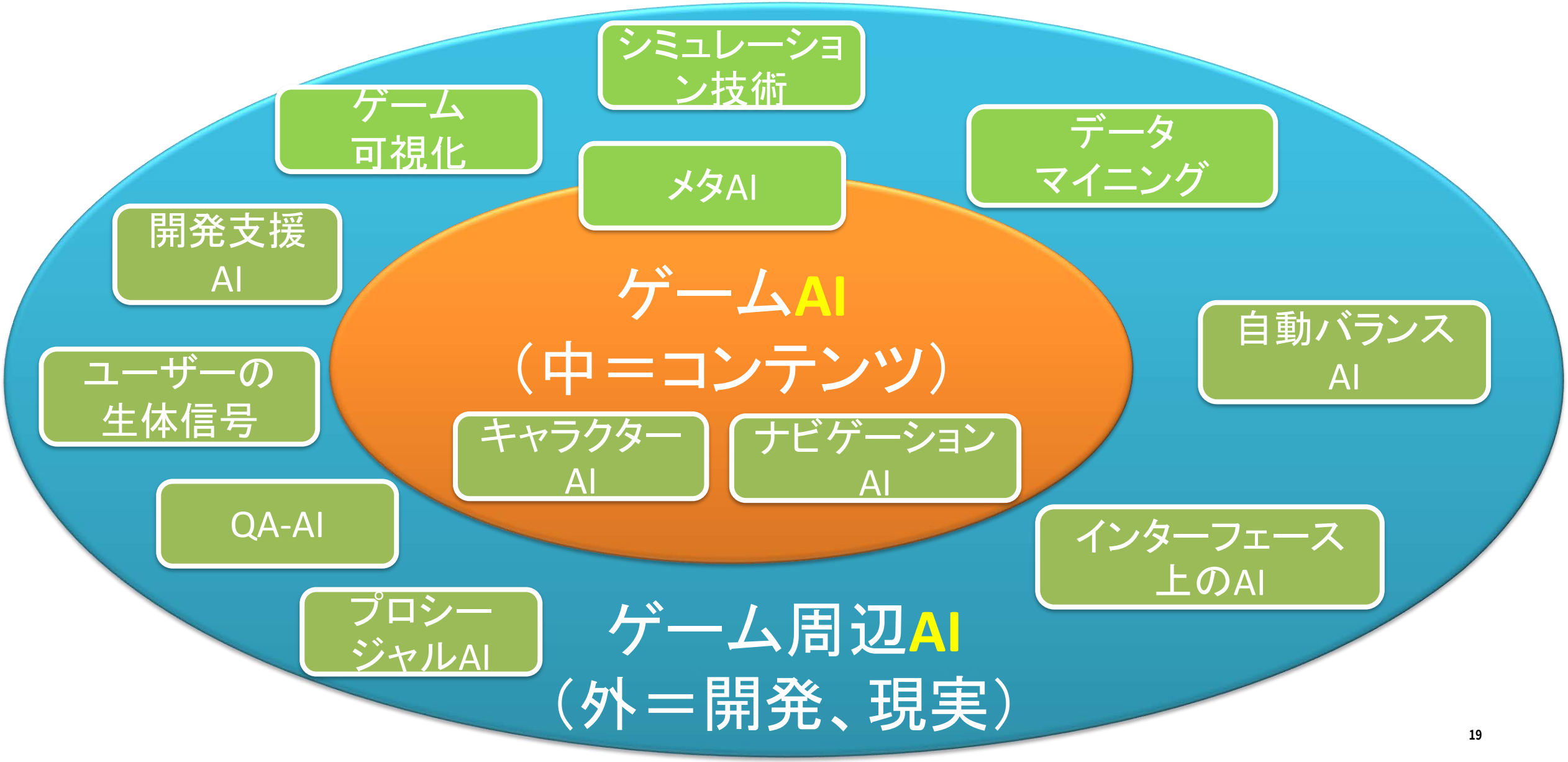
ゲームの基礎システム
（高校までの数学で良い）


特にいらない
大学教養レベルの数学
ニュートン力学
微分方程式
大学専門レベルの数学
統計学・偏微分方程式
変分法
AI
PS4 &
Xbox one
PS3 &
Xbox360
PS2
プレイステーション
など３Dゲーム機
スーパー
ファミコン
ファミリー
コンピュータ
黎明期
XR
(AR, VR)
モバイルゲームの
ビックデータ解析
1983
1990
1994
1999
2006
2013

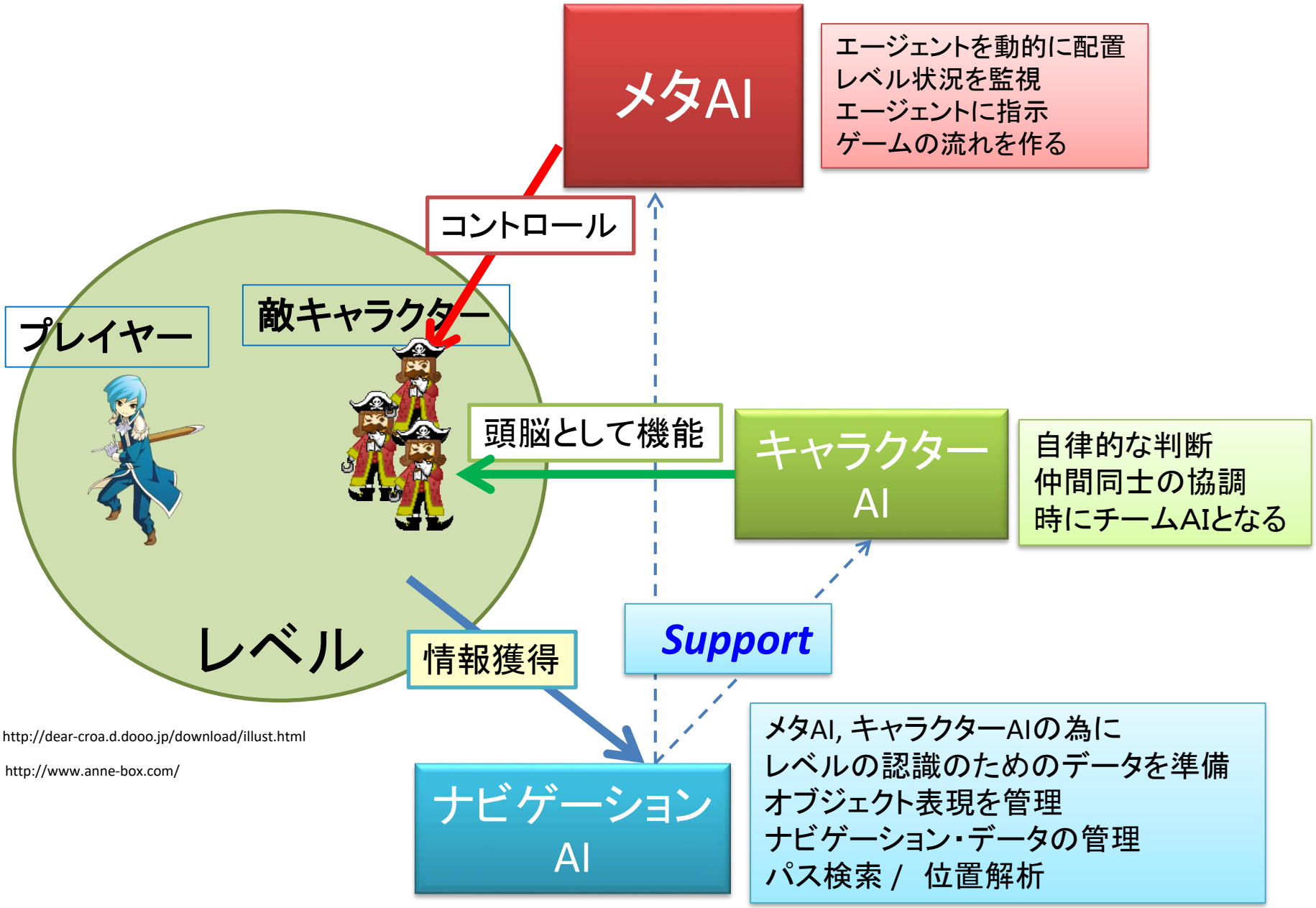

高校レベルの数学
2次元行列
ベクトル
大学教養レベルの数学
3次元・4次元行列
クオータニオン・偏微分方程式
大学専門レベルの数学・物理学
統計力学
熱力学
CG
アニメーション
PS4 &
Xbox one
PS3 &
Xbox360
PS2
プレイステーション
など3Dゲーム機
スーパー
ファミコン
ファミリー
コンピュータ
黎明期
XR
(AR, VR)
モバイルゲームの
ビックデータ解析
1983
1990
1994
1999
2006
2013


高校レベルの物理
ニュートン力学
方程式　ベクトル場
大学教養レベルの物理
剛体力学
微分方程式・偏微分方程式
大学専門レベルの物理学
ラグランジアン形式の物理
流体力学・弾性体の物理
物理&
シミュレーション
PS4 &
Xbox one
PS3 &
Xbox360
PS2
プレイステーション
など３Dゲーム機
スーパー
ファミコン
ファミリー
コンピュータ
黎明期
XR
(AR, VR)
モバイルゲームの
ビックデータ解析
1983
1990
1994
1999
2006
2013

ゲームの中、ゲームの外


シミュレーション技術
ゲーム可視化
データマイニング
メタAI
開発支援AI
ゲームAI
（中＝コンテンツ）
自動バランスAI
ユーザーの生体信号
キャラクターAI
ナビゲーションAI
QA-AI
インターフェース上のAI
プロシージャルAI
ゲーム周辺AI
（外＝開発、現実）

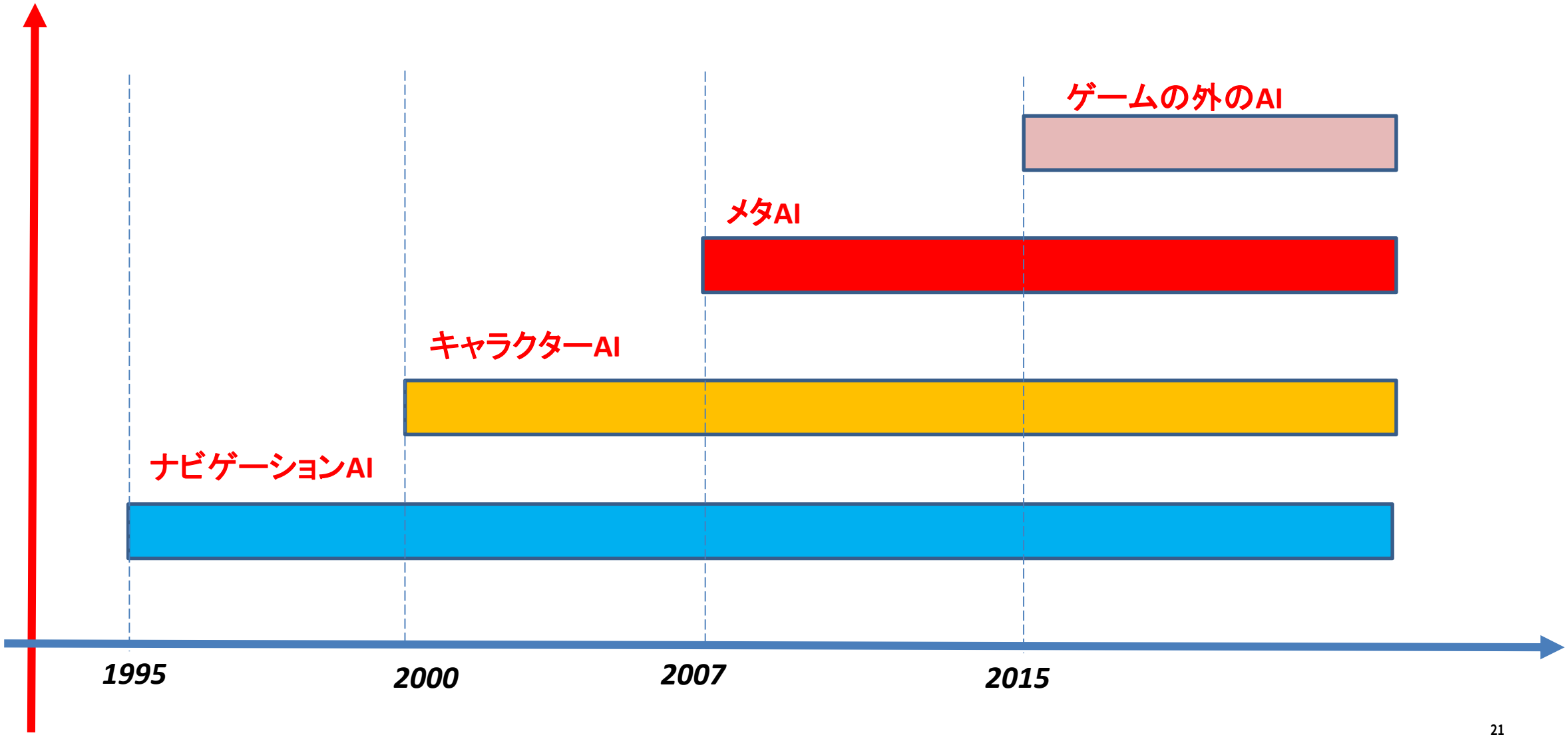
現代ゲームAIの仕組み



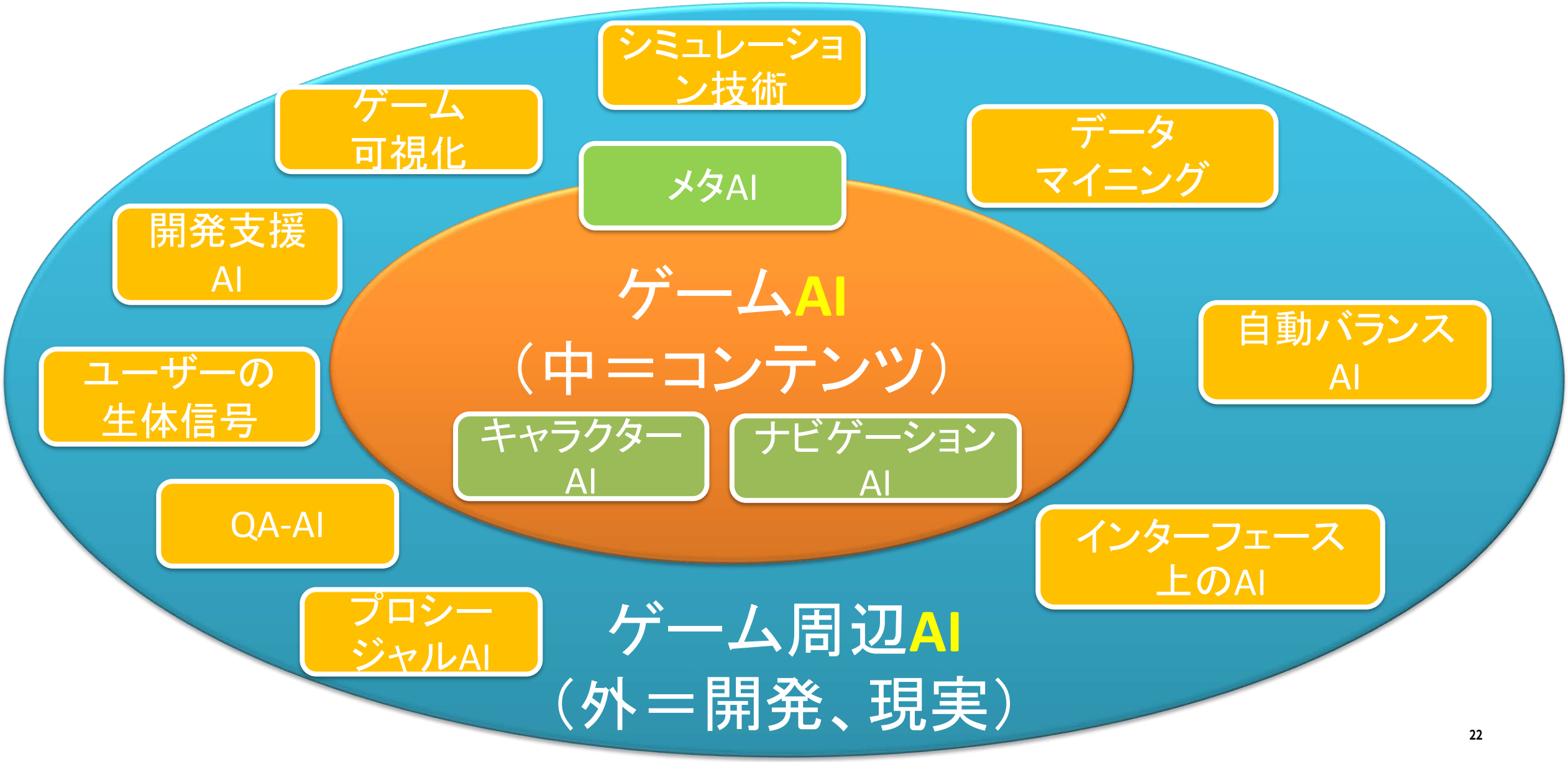
http://dear-croa.d.dooo.jp/download/illust.html

http://www.anne-box.com/

歴史



ゲームの中、ゲームの外

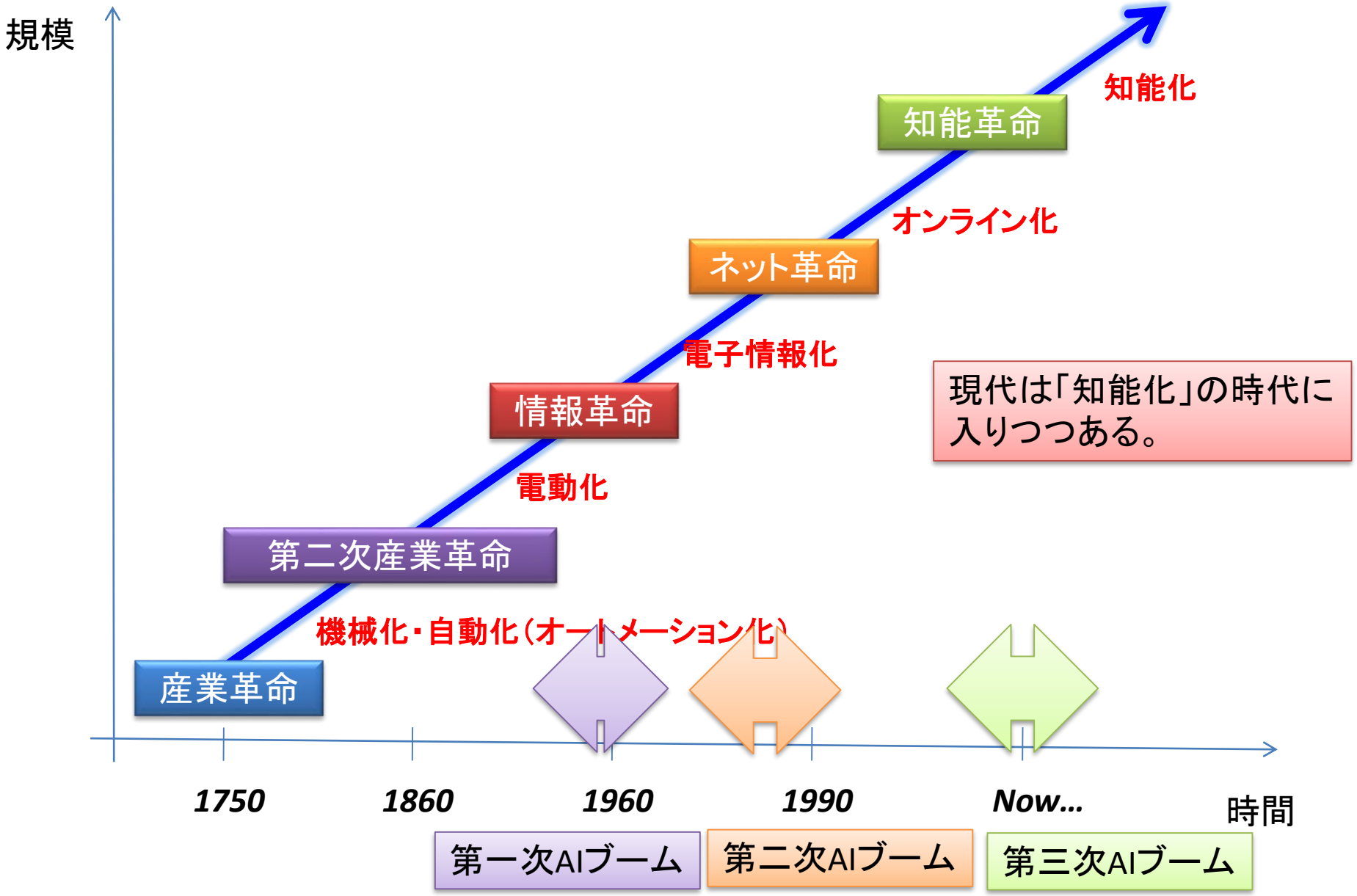

シミュレーション技術
ゲーム可視化
データマイニング
メタAI
開発支援AI
ゲームAI
（中＝コンテンツ）
自動バランスAI
ユーザーの生体信号
キャラクターAI
ナビゲーションAI
QA-AI
インターフェース上のAI
プロシージャルAI
ゲーム周辺AI
（外＝開発、現実）

ゲーム外AI

- 開発工程を助けるAI　*プロシージャル機能*
- バランス調整するAI　*遺伝的アルゴリズム、ニューラルネット*
- QAのためのAI　*QA-AI*
- メタAI　*バランス調整、ゲームメーキング*
- インターフェース上のAI　*音声解析、言語解析、ゼスチャー認識*
- データマイニングするAI　*ロギング＆アナライジング*
- シミュレーション技術　*パラメーター生成*
- データビジュアリゼーション　*ゲームを可視化する*

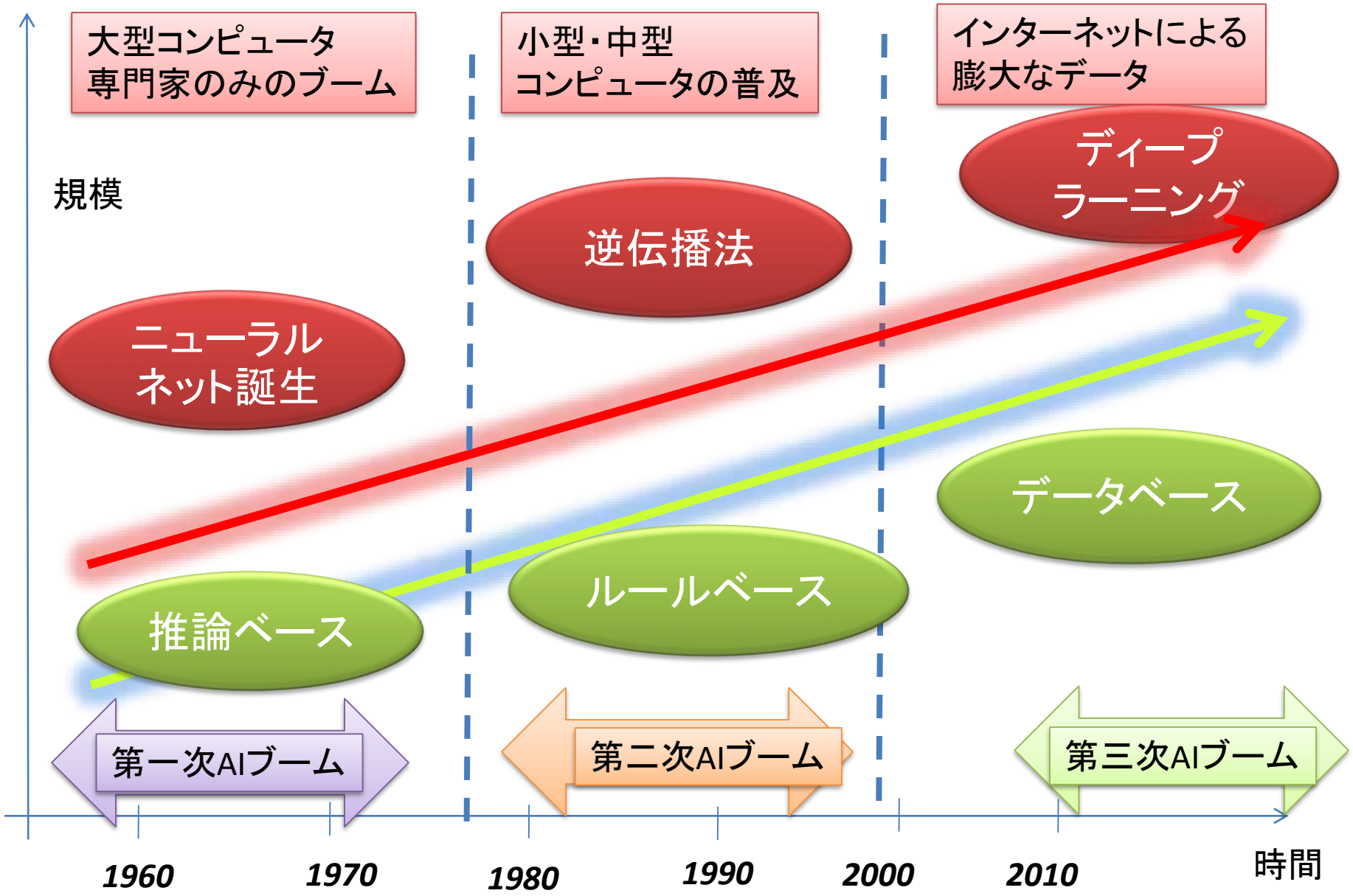
III. 産業界で必要な大学での数学教育

この300年の技術の動向



現代は「知能化」の時代に入りつつある。

第三次AIブーム（2010年代）



この300年の技術の動向

人工知能レイヤー

情報処理レイヤー

機械レイヤー

社会

この300年の技術の動向

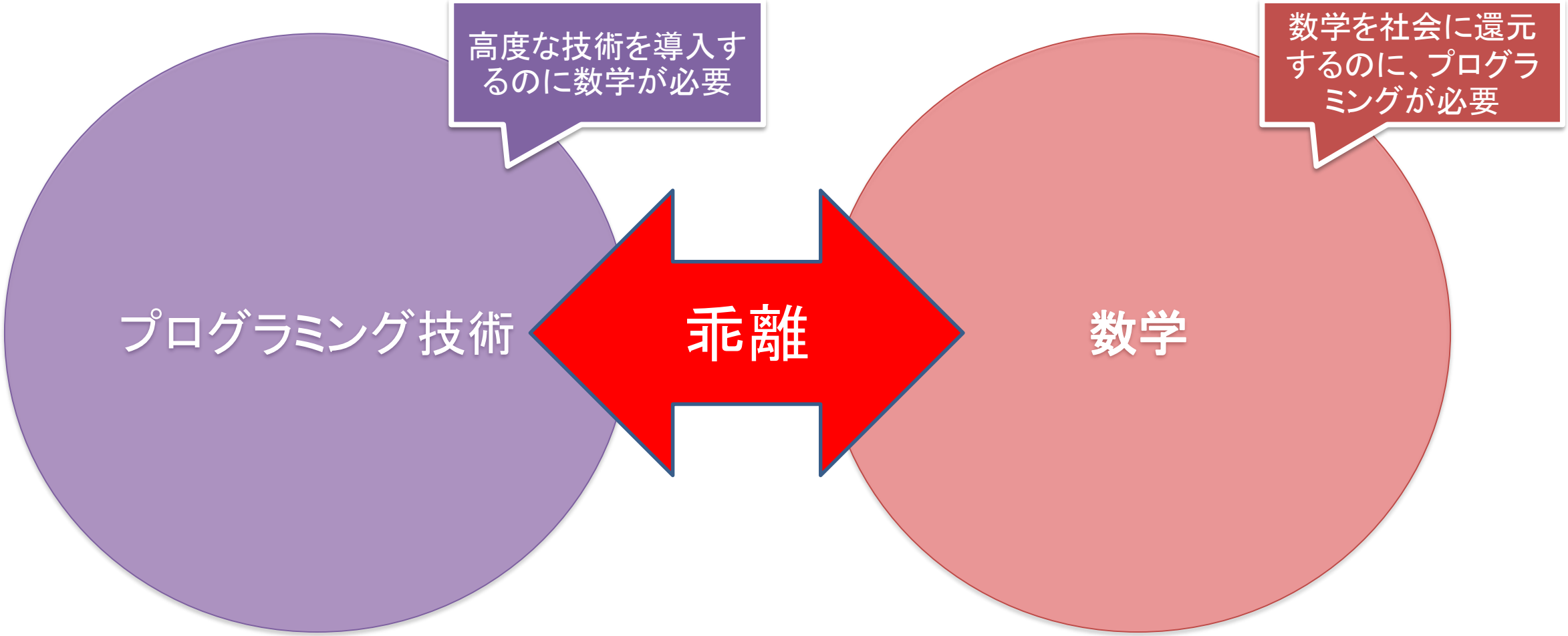
人工知能レイヤー → AI技術

情報処理レイヤー → プログラミング C++, C#, Python

機械レイヤー → コンピュータの原理に関する知識

社会

大学での技術


高度な技術を導入するのに数学が必要
数学を社会に還元するのに、プログラミングが必要
プログラミング技術
乖離
数学

大学での数学教育

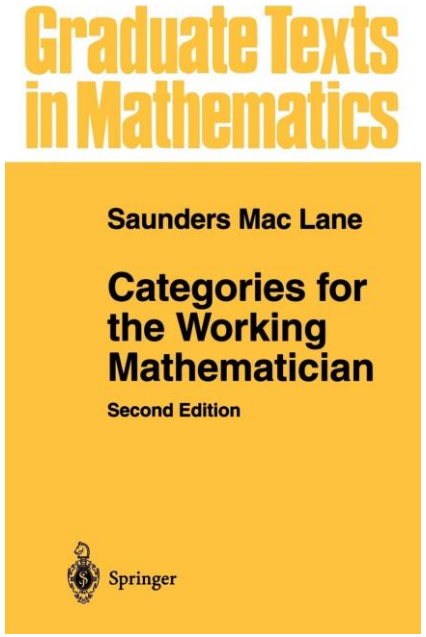
プログラミング技術

http://gahag.net/008107-html-source/

一つ～数個の論文を読んでたくさんコードを書く
（保守にとても時間がかかる）

コーディング～デバッグ

数学



数学書や論文をひたすら読む
（とても時間がかかる）

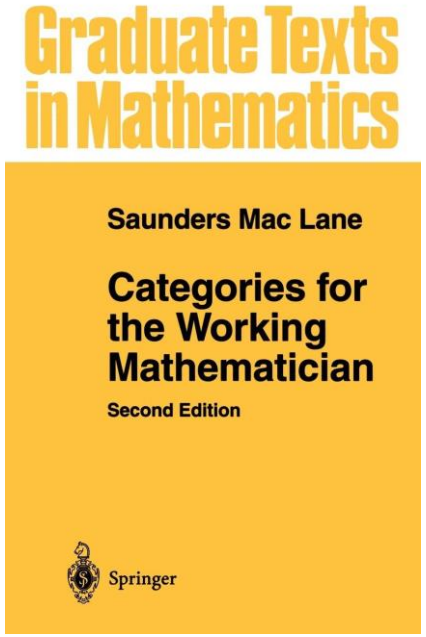
紙と鉛筆と黒板と議論

大学での数学教育

プログラミング技術

http://gahag.net/008107-html-source/

数学



実験物理
～
計算物理

どちらもする

一つ～数個の論文を読んでたくさんコードを書
（保守にとても時間がかかる）

コーディング～デバッグ

数学書や論文をひたすら読む
（とても時間がかかる）

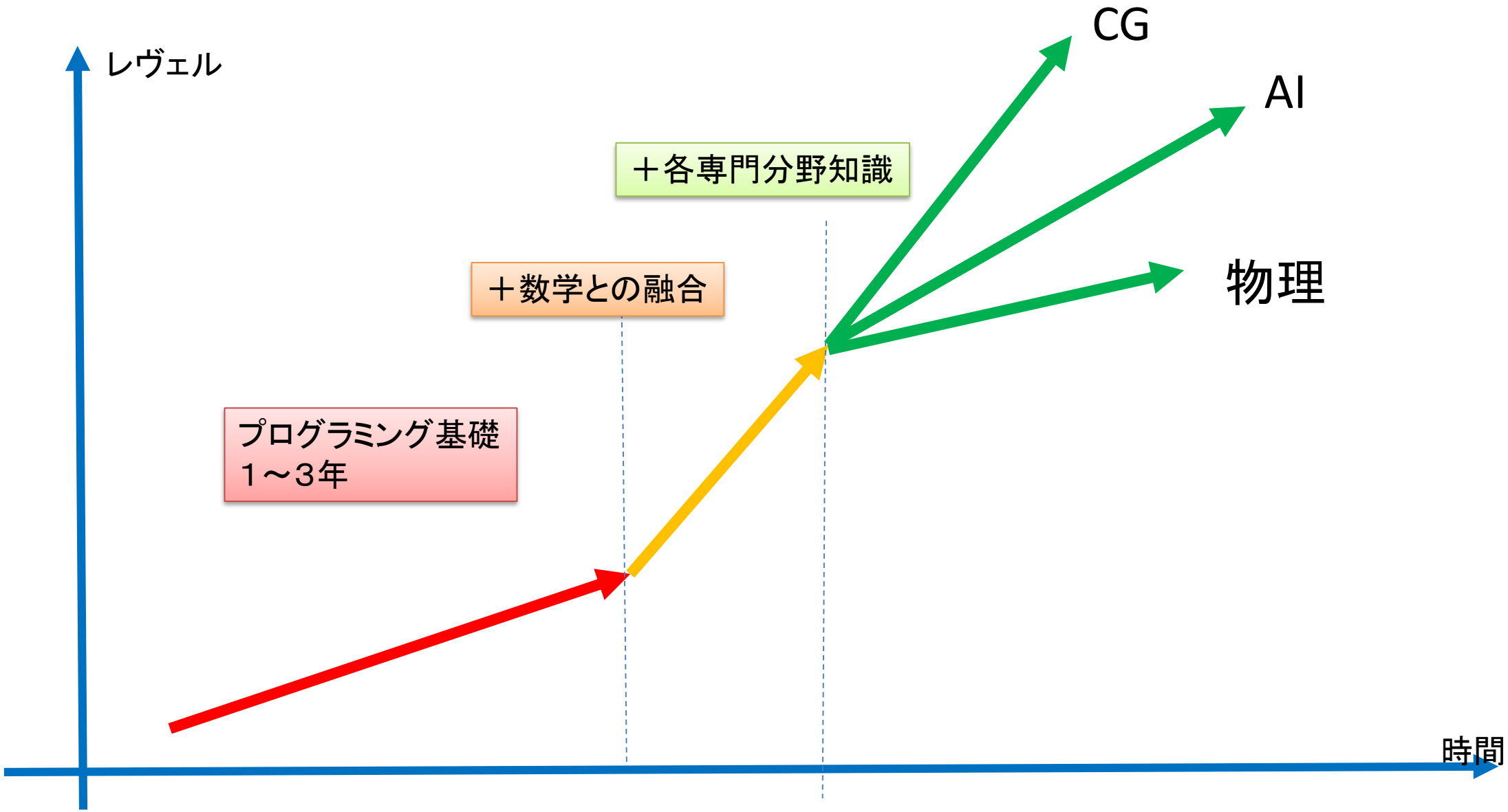
紙と鉛筆と議論

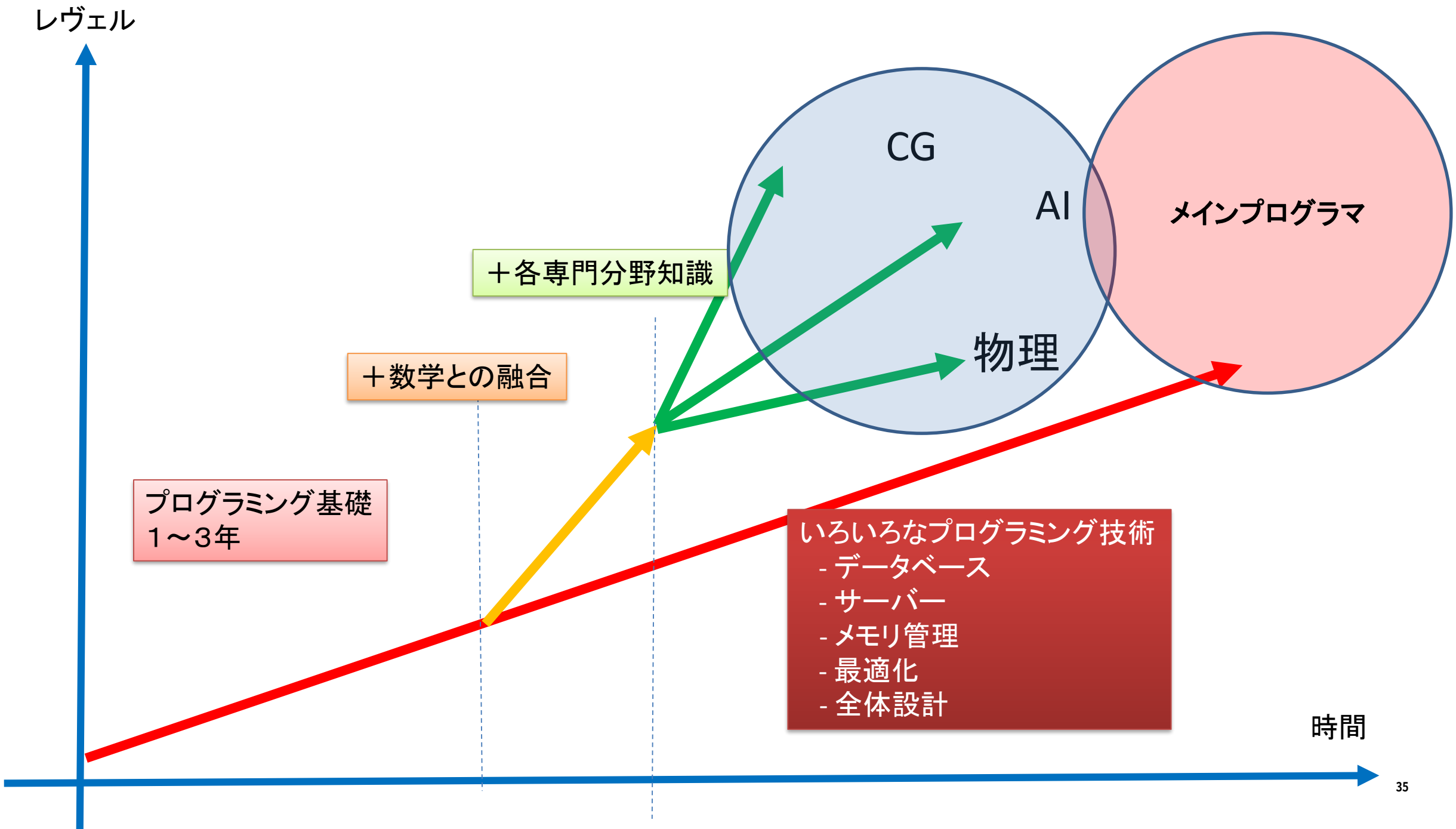
AI人材のポイント（数学）

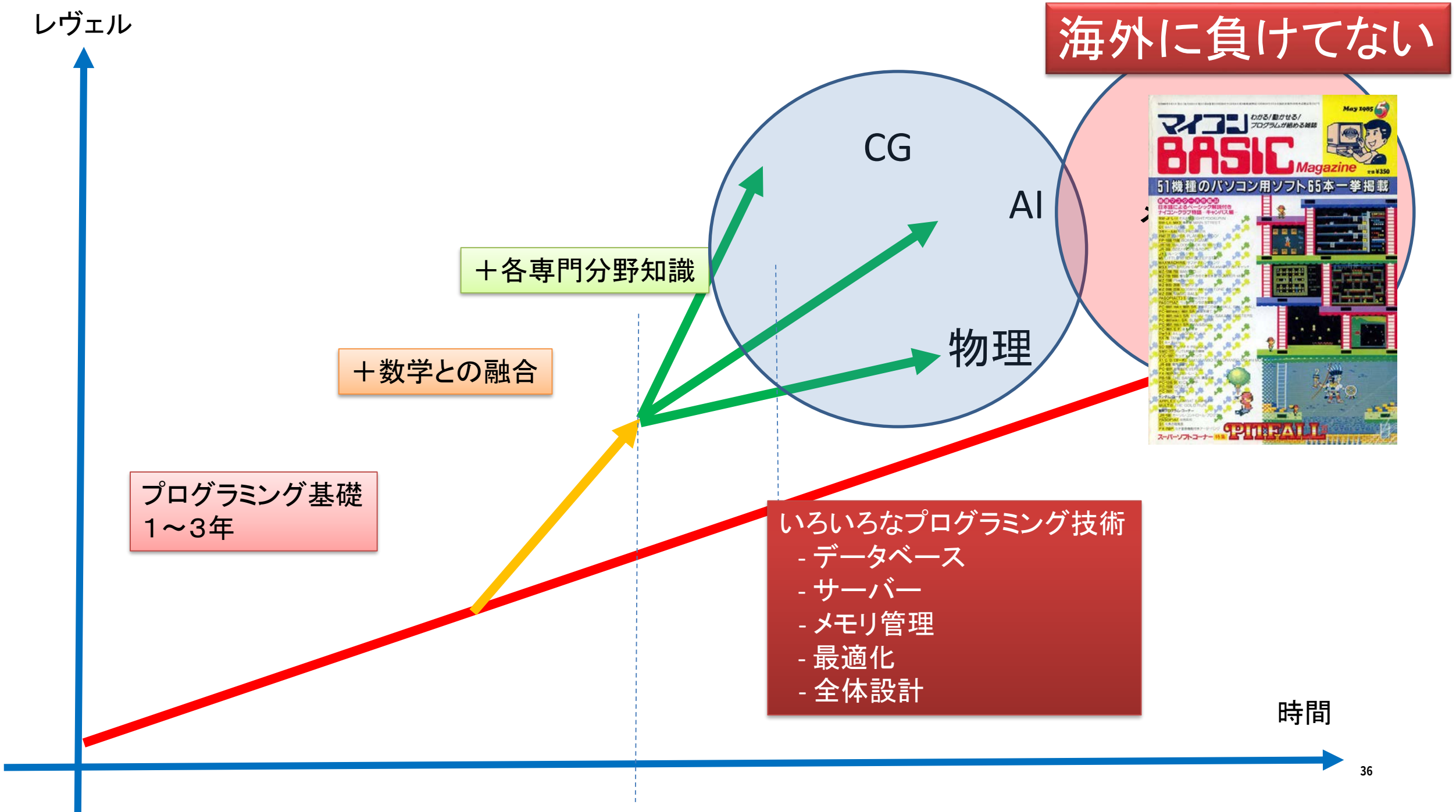
- 数学がある程度（高校～大学2年）できることは大前提
- その上で人工知能の知識はあるか、どうか。
- 実際のコーディングで必要となるのは、そこまであるわけではないが、数学が必要となる問題に必ず直面する。
- ニューラルネットの場合だけは多用するので、この分野は特に大学課程の数学が必要
- 数学の知識が必要ではなく、いつでもどんな数学でも学べる基礎があることが望ましい。

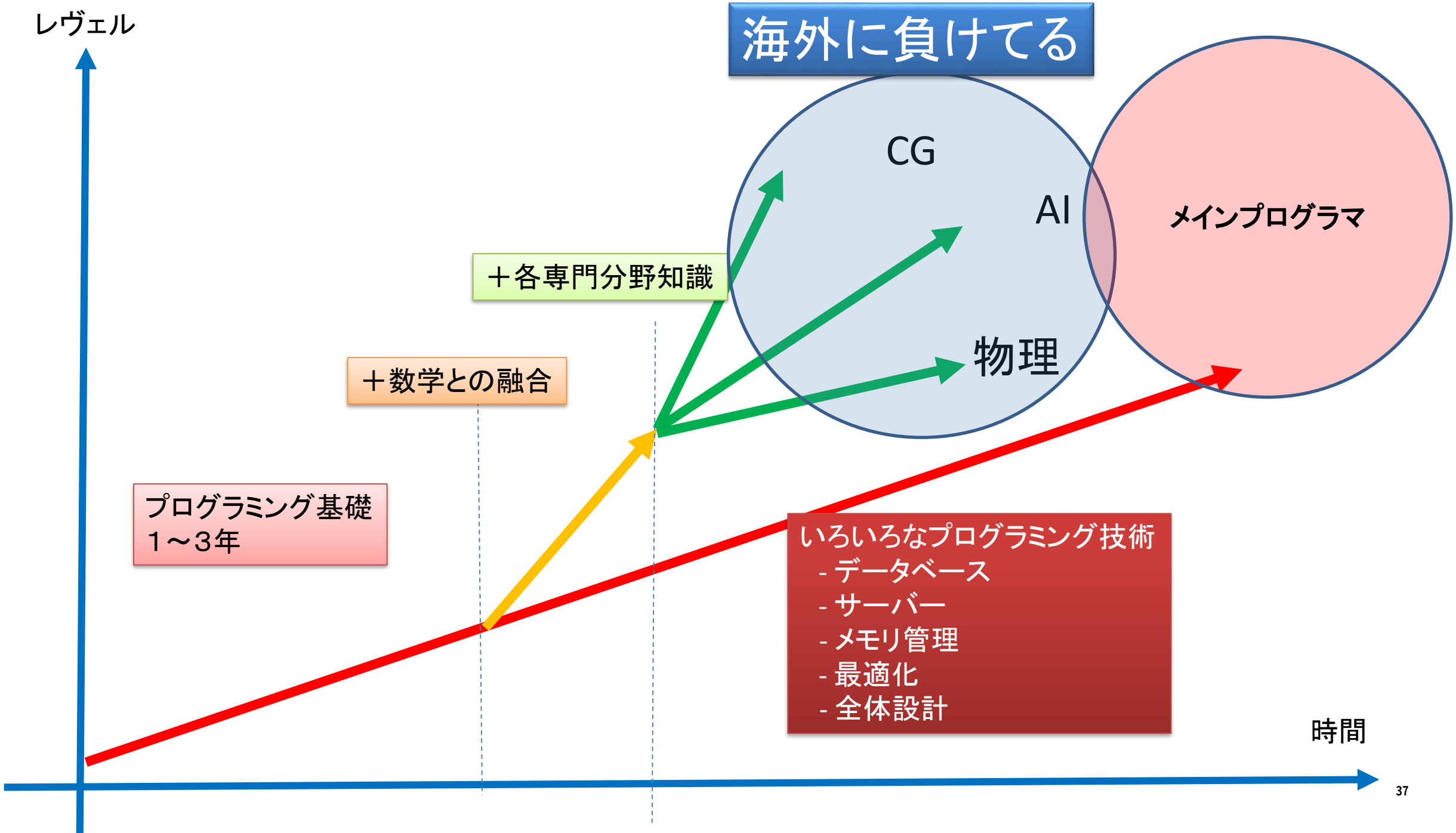
AI人材のポイント（プログラミング）

- 息をするようにコーディングできるぐらいが望ましいが、それ程でもない人でも大丈夫。
- 新人は一日数時間、一年間プログラミングをすれば必ず伸びるので、ポテンシャルがあればいい。
- 伸びたあとは専門領域のプログラミングへ。
- ゲーム産業では数学がいらない情報処理プログラミングだけでもたくさん仕事がある
- しかし、CG、AI,物理プログラミングなど専門領域では数学は必須
- 技術はパッケージ化、コモディティ化されるので使うだけであれば数学はある程度だけで良いが、仕事の範囲は限定される。
- プログラマーの中堅以降は数学があることでキャリアパス、可能性が圧倒的に広がる。


レヴェル
CG
AI
物理
＋各専門分野知識
＋数学との融合
プログラミング基礎
１～３年
時間


レヴェル
CG
AI
物理
メインプログラマ
＋各専門分野知識
＋数学との融合
プログラミング基礎
１～３年
いろいろなプログラミング技術
- データベース
- サーバー
- メモリ管理
- 最適化
- 全体設計
時間


レヴェル
海外に負けてない
CG
AI
物理
＋各専門分野知識
＋数学との融合
プログラミング基礎
1～3年
いろいろなプログラミング技術
- データベース
- サーバー
- メモリ管理
- 最適化
- 全体設計
時間
マイコンBASIC Magazine
51機種のパソコン用ソフト65本一挙掲載
PITFALL


レヴェル
海外に負けてる
CG
AI
物理
メインプログラマ
＋各専門分野知識
＋数学との融合
プログラミング基礎
１～３年
いろいろなプログラミング技術
- データベース
- サーバー
- メモリ管理
- 最適化
- 全体設計
時間

社内AIセミナー（毎週開催、～500回程）

人工知能のための哲学塾（公開講座、～18回程）

まとめ

- 数学は一年にしてならず
  （基礎だけで1～2年、基礎ができない人はいつまでも無理。
  採用ではここを見極める。）

- プログラミングは一日してならず
  （一年毎日頑張れば、なんとかなる、のは初級まで。
  それ以降は数学や他の知識との融合でレベルアップ。
  プログラマーの新人はこのレベルアップできそうかを見る）