受験算数の基礎

Die Grundlagen
der Arithmetik
für die Aufnahmeprüfung

ニュートン算と差集め算

ニュートン算は受験算数における難単元ということになっています。最もメジャーな解法である仕事ののべ量に注目をした線分図でたぶん全て解ける（離散量を使った実質周期算の問題を除けば）のですが，その線分図が気に入らない，ということでいろいろな解法が試みられています。こういった状況の根本には，‘時間あたりの仕事量×時間＝全体量’という比の単元である仕事算に対して，ニュートン算では‘（時間あたりの仕事量－妨害する仕事量）×時間＝全体量’という和差の要素が入り込んでいることがあるのでしょう。

ここでは発想を逆転して，和差の解法である差集め算でニュートン算に取り組んでみます。

例題１　ニュートン算めいた文章題

（１）水そうに４２Ｌの水が入っています。給水管から毎分５Ｌの水を注ぎながら，排水口を開けたところ，３分３０秒後に水そうは空になりました。排水口からは毎分何Ｌの水が出ていますか。

（２）静水時の速さが時速１２kmの船が，毎時４kmの速さで流れる川沿いのＡ地点から出発して上流にあるＢ地点に進むのに，４５分かかりました。Ａ地点から出発してＢ地点より４km上流にあるＣ地点まで５０分で到着するためには，船の静水時の速さを時速何kmにすればよいでしょう。

これらの問題は特殊算というよりはふつうの文章題ですから，自然に解きましょう。

（１）４２Ｌ÷３.５分＝１２Ｌ／分の割合で水が減っているので，排水口から出る水の量は１２＋５＝１７より，毎分１７Ｌです。

（２）Ａ地点とＢ地点の間の距離は（１２－４）$\times\dfrac{3}{4}$＝６（km）ですから，Ａ地点とＣ地点の間の距離は６＋４＝１０（km）です。１０$\div\dfrac{5}{6}$＝１２より，船の上りの速さが時速１２kmになればよいので，静水時の速さは１２＋４＝１６より，時速１６kmです。

例題２　ニュートン算の基礎

（１）美術館の前に行列ができていて，１分間に１０人ずつ列に加わります。窓口を３つ開くと１２分で行列はなくなり，８つ開くと２分で行列はなくなります。窓口を４つ開くと，何分で行列はなくなりますか。

（２）美術館の前に行列ができていて，一定の割合で列に人が加わります。窓口を３つ開くと３６分で行列はなくなり，４つ開くと１０分４８秒で行列はなくなります。窓口を６つ開くと，何分何秒で行列はなくなりますか。

例題２はニュートン算の典型題です。差集め算で解くと，以下のようになります。

（１）１つの窓口から１分間に入場できる人数を$\boxed{1}$とすると，次のように整理できます。

$$
\begin{array}{llll}
\text{窓口3つ} & \boxed{3}-10 \quad \boxed{3}-10 & \vdots & \boxed{3}-10 \quad \cdots \quad \boxed{3}-10 \\
\text{窓口8つ} & \boxed{8}-10 \quad \boxed{8}-10 & \vdots & \\
\hline
\text{差} & \underbrace{\boxed{5} \qquad \boxed{5}}_{\boxed{10}} & = & \underbrace{\boxed{3}-10 \quad \cdots \quad \boxed{3}-10}_{(\boxed{3}-10)\times 10}
\end{array}
$$

$\boxed{10}=\boxed{30}-100$より，$\boxed{20}=100$となるので，$\boxed{1}=5$です。最初に並んでいた人数は，（５×３－１０）×１２＝６０（人）ですから，窓口を４つ開くと６０÷（５×４－１０）＝６（分）で行列はなくなります。

（２）１つの窓口から１分間に入場できる人数を$\boxed{1}$，窓口を３つ開いたときに１分間でへっていく行列の人数を①とすると，次のように整理できます。

$$
\begin{array}{llll}
\text{窓口3つ} & ① \qquad ① \quad \cdots \quad ① & \vdots & ① \quad \cdots \quad ① \\
\text{窓口4つ} & \boxed{1}+① \quad \boxed{1}+① \quad \cdots \quad \boxed{1}+① & \vdots & \\
\hline
\text{差} & \underbrace{\boxed{1} \qquad \boxed{1} \qquad\qquad \boxed{1}}_{\boxed{1}\times 10\frac{4}{5}} & = & \underbrace{① \quad \cdots \quad ①}_{①\times 25\frac{1}{5}}
\end{array}
$$

$\boxed{1}\times 10\frac{4}{5}=①\times 25\frac{1}{5}$より，$\boxed{54}=126$，$\boxed{3}=⑦$となるので，比を整えて$\boxed{3}=⑦=21$とすると，$\boxed{1}=7$，①＝３となります。最初の行列の人数は①×３６＝３×３６＝１０８，１分間に行列に加わる人数は，７×３－３＝１８です。窓口を６つ開いた場合は，１０８÷（７×６－１８）＝4.5より，４分３０秒です。

例題３　単位量の問題

　水そうに，給水管ＡとＢ，排水口がついています。水そうが空の状態で排水口と給水管Ａを開くと，１６分で水そうはいっぱいになります。また，排水口と給水管Ｂを開くと１２分で水そうはいっぱいになり，排水口と給水管ＡとＢの両方を開くと６分で水そうはいっぱいになります。水そうが満水の状態で排水口のみを開くと，何分で水そうは空になりますか。

　この問題は一般的とは言い難いので，差集め算・単位量解法・のべ量解法の３通りで解説します。

〇差集め算

　給水管Ａと排水口を開いたときに１分間で増える水の量をａ，給水管Ｂと排水口を開いたときに１分間で増える水の量をｂとし，排水口から１分間で出る水の量をｃとします。

　まず，給水管Ａと排水口を開いた場合と，給水管Ｂと排水口を開いた場合を比べると，次のようになります。

給水管Ａ	ａ	…	ａ	|	ａ	…	ａ
給水管Ｂ	ｂ	…	ｂ	|			
差	ｂ－ａ	…	ｂ－ａ	|	ａ	…	ａ

（ｂ－ａ）×１２　＝　ａ×４

（ｂ－ａ）×１２＝ａ×４より，ｂ×１２－ａ×１２＝ａ×４，ｂ×１２＝ａ×１６，ｂ×３＝ａ×４となるので，ａ：ｂ＝３：４ですから，ａ＝③，ｂ＝④とします。

　今度は，給水管Ａと排水口を開いた場合と，両方の給水管と排水口を開いた場合を比べます。両方の給水管と排水口を開いた場合，給水管Ａからは③＋ｃ，給水管Ｂからは④＋ｃの水が注がれ，排水口からはｃの水が出されるので，（③＋ｃ）＋（④＋ｃ）－ｃ＝⑦＋ｃの水が１分間で増えます。

給水管Ａ	③	…	③	|	③	…	③
給水管ＡＢ	⑦＋ｃ	…	⑦＋ｃ	|			
差	④＋ｃ	…	④＋ｃ	|	③	…	③

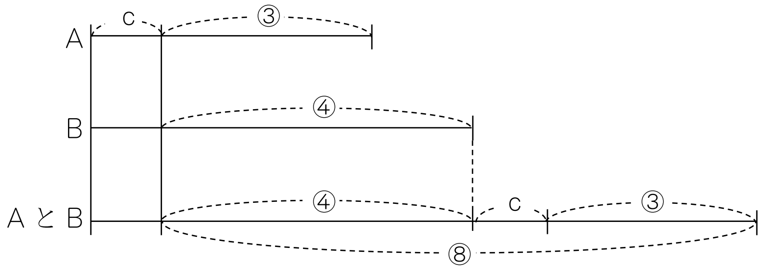
（④＋ｃ）×６　＝　③×１０

（④＋ｃ）×６＝③×１０より，ｃ＝①となります。水そうの容積は③×１６＝㊽ですから，
㊽÷①＝４８より，４８分です。

○単位量解法

単位時間，例えば１分間あたりの仕事量に注目をした解き方です。例題２，３のように全体量が一定の場合，時間と単位時間あたりの仕事量は反比例しますから，手早く解くことができます。

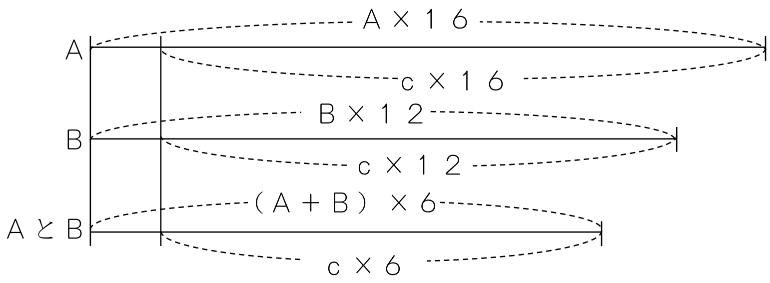
時間の比１６：１２：６の逆比は，３：４：８ですから，それぞれの場合に１分あたりに増える水の量を③，④，⑧とし，排水口から１分あたりに出る水の量をｃとすると，下図のようになります。



ｃ＋③＝④より，ｃ＝①です。水そうの容積は③×１６＝㊽ですから，㊽÷①＝４８より，４８分です。

○のべ量解法

もっとも標準的な解き方ですが，例題３を解くのはやや大変です。給水管Ａが１分あたりに注ぐ水の量をＡ，給水管Ｂが１分あたりに注ぐ水の量をＢ，排水口から１分あたりに出る水の量をｃとすると，次のようになります。



Ａ×１６－ｃ×１６＝Ｂ×１２－ｃ×１２より，Ａ×１６－Ｂ×１２＝ｃ×４，Ａ×４－Ｂ×３＝ｃ×１となります。また，Ａ×１６－ｃ×１６＝（Ａ＋Ｂ）×６－ｃ×６より，Ａ×１０－Ｂ×６＝ｃ×１０，Ａ×５－Ｂ×３＝ｃ×５となります。２つの式を比べて，

Ａ×４－Ｂ×３＝ｃ×１
Ａ×５－Ｂ×３＝ｃ×５
Ａ×１　　　　　＝ｃ×４

となるので，ｃ＝①とするとＡ＝④，水そうの容積は（④－①）×１６＝㊽ですから，㊽÷①＝４８より，４８分です。

例題４　仕事量の変化

　ある牧草地では，毎日一定の割合で草が生えてきます。牛を４頭放牧すると，３０日で草はなくなります。また，３頭を５日放牧してから牛を２頭増やすと，全部で２５日で草はなくなります。牛を６頭放牧すると何日で草はなくなりますか。

　複雑な差集め算で見慣れた解き方になります。

　牛が１日で食べる草の量を$\boxed{1}$，３頭放牧したときに１日でへる草の量を①とすると，次のようになります。

３頭・５頭	①　…　①	①＋$\boxed{2}$　…　①＋$\boxed{2}$	
４頭	①＋$\boxed{1}$　…　①＋$\boxed{1}$	①＋$\boxed{1}$　…　①＋$\boxed{1}$	①＋$\boxed{1}$　…　①＋$\boxed{1}$
差	$\boxed{1}$　…　$\boxed{1}$	$\boxed{1}$　…　$\boxed{1}$	①＋$\boxed{1}$　…　①＋$\boxed{1}$
	$\boxed{1}$×５	$\boxed{1}$×２０	（①＋$\boxed{1}$）×５

$\boxed{1}$×２０＝$\boxed{1}$×５＋（①＋$\boxed{1}$）×５より，$\boxed{10}$＝⑤，$\boxed{2}$＝①となります。３頭放牧したときに$\boxed{2}$の草がへるので，草は毎日$\boxed{3}$－$\boxed{2}$＝$\boxed{1}$生えてくることがわかります。最初に牧草地に生えている草の量は，（$\boxed{4}$－$\boxed{1}$）×３０＝$\boxed{90}$，６頭放牧した場合には，$\boxed{90}$÷（$\boxed{6}$－$\boxed{1}$）＝１８より，１８日で草がなくなります。

例題５　全体量の差

　美術館の開館時に行列ができていて，１分間に８人ずつ列に加わります。窓口を３つ開いたところ，２１分で行列はなくなりました。次の日は，開館時に前の日よりも１２人多く並(なら)んでいたため，窓口を４つ開いたところ，前の日と同じく１分間に８人ずつ行列に加わりましたが，８分で行列はなくなりました。前の日の開館時に並んでいた人数を答えなさい。

　１日目よりも２日目のほうが，１２人多く行列の人数をへらしているので，次のようになります。

窓口３つ	$\boxed{3}$－８　…　$\boxed{3}$－８	$\boxed{3}$－８　…　$\boxed{3}$－８　１２
窓口５つ	$\boxed{5}$－８　…　$\boxed{5}$－８	
差	$\boxed{2}$　…　$\boxed{2}$	$\boxed{3}$－８　…　$\boxed{3}$－８　１２
	$\boxed{2}$×８	＝（$\boxed{3}$－８）×１３＋１２

$\boxed{2}$×８＝（$\boxed{3}$－８）×１３＋１２より，$\boxed{16}$＝$\boxed{39}$－１０４＋１２となるので，$\boxed{1}$＝４です。前の日の開館時に並んでいた人数は，（４×３－８）×２１＝８４（人）です。

例題６　離散量

美術館の開館時に８８人が行列に並んでいました。開館してからは，１分間に６人の割合で入場できます。また，開館してから１０分後，バスが到着し，バスから４０人が下りて行列に並びます。以降も１０分ごとにバスは到着し，４０人が行列に並びます。行列がなくなるのは何分後ですか。

素朴に８８÷（６－４）＝４４（分）として求めた答えは正解ではありません。周期を考えると，９分間で５４人へって，次の１分で４０－６＝３４（人）増えるので，結果的に１０分間で５４－３４＝２０（人）へるということをくり返すのです。２０分後に行列は８８－２０×２＝４８（人）となり，次の４８÷６＝８（分間）で行列はなくなるので，答えは２０＋８＝２８（分後）です。

このように，本質的には周期性の問題ですから，比の発想とは相性がよくないのです。ところが差集め算の場合，ここまで扱ってきた差集め算の書き方を左から右へ向けて時間が流れているとみなすことで，違和感なく解くことができます。

並ぶ人数	８８		４０		４０	
入場者数		$\overbrace{6\cdots6}^{\text{9分}}$	6	$\overbrace{6\cdots6}^{\text{9分}}$	6	$\overbrace{6\cdots6}^{\text{8分}}$
差	８８	５４↓	３４↑	５４↓	３４↑	４８↓
行列の人数	８８	３４	６８	１４	４８	０

以上より，２８分後です。

例題７　和差のニュートン算

ある水そうには，給水管Ａ，Ｂ，Ｃと排水口がついていて，排水口は常に開いています。給水管ＢはＡより１分あたり２Ｌ多く水を注ぎ，給水管ＣはＢより１分あたり３Ｌ多く水を注ぎます。水そうが空の状態で給水管Ａを開いた場合よりＢを開いた場合の方が１６分早く水そうはいっぱいになり，Ｂを開いた場合よりＣを開いた場合の方が４分早く水そうはいっぱいになります。水そうの容積は何Ｌですか。

単位時間あたりの仕事量についても時間についても比を求めることができない，ザ・和差とでもいうべき問題です。もちろん，差集め算は大いに役立ちます。

給水管Ａを開いたとき（排水口は開いています）に１分間あたりに増える水の量をａとすると，次のように整理できます。

$$\begin{array}{llll}
\text{給水管A} & a \cdots a & a \cdots a & \underbrace{a \cdots a}_{16\text{分}} \\
\text{給水管B} & a+2 \cdots a+2 & \underbrace{a+2 \cdots a+2}_{4\text{分}} & \\
\text{給水管C} & \underbrace{a+5 \cdots a+5}_{\square\text{分}} & &
\end{array}$$

給水管ＡとＢを開いた場合を比べると，２×（□＋４）＝ａ×１６より，□＝ａ×８－４となります。給水管ＢとＣを開いた場合を比べると，３×□＝（ａ＋２）×４より，３×□＝ａ×４＋８となり，６×□＝ａ×８＋１６となります。２つの式より，次のようになります。

$$\begin{array}{r}
6\times\square = a\times 8+16 \\
\underline{\square = a\times 8-4} \\
5\times\square = \qquad\quad 20
\end{array}$$

□＝２０÷５＝４となるので，□＝ａ×８－４より，４＝ａ×８－４となってａ＝１です。給水管Ａから水を注ぐと１分間に１Ｌの水が増えて□＋４＋１６＝２４（分間）で水がいっぱいになるので，１×２４＝２４（Ｌ）です。

なお，この問題では給水管Ａ，Ｂ，Ｃからの給水量および排水口からの排水量はきまりません。

例題２の類題

1　排水口から常に毎分６Ｌの水が流れ出る水そうがあります。水そうが空の状態で給水管を５本使うと２０分で水そうはいっぱいになり，６本使うと１５分で水そうはいっぱいになります。

（１）給水管１本からは毎分何Ｌの水が注がれますか。

（２）この水そうの容積は何Ｌですか。

（３）水そうが空の状態で給水管を何本使うと，１０分で水そうはいっぱいになりますか。

2　草が毎日一定の割合で生えてくる牧草地があります。牛を１０頭放すと，１８日で草はなくなります。また，牛を１２頭放すと，１４日で草はなくなります。牛を９頭放すと，何日で草はなくなりますか。

例題３の類題

3　水そうに，給水管ＡとＢ，排水口がついています。水そうが空の状態で排水口と給水管Ａを開くと，４２分で水そうはいっぱいになります。また，排水口と給水管Ｂを開くと３０分で水そうはいっぱいになり，排水口と給水管ＡとＢの両方を開くと１５分で水そうはいっぱいになります。水そうが満水の状態で排水口のみを開くと，何分で水そうは空になりますか。

例題４の類題

4　一定の割合で水が湧き出る泉があります。泉が水でいっぱいのときにポンプを５台使って水をくみ出すと，１２時間で泉は空になります。また，ポンプを３台で１０時間水をくんでから，さらに３台増やして６時間水をくんでも泉は空になります。ポンプを１２台使うと何時間で泉は空になりますか。

例題５の類題

$\boxed{5}$　美術館の開館時に行列ができていて，1分間に１２人ずつ列に加わります。窓口を４つ開いたところ，１０分で行列はなくなりました。次の日は，開館時に前の日よりも６人多く並んでいたため，窓口を５つ開いたところ，前の日と同じく１分間に１２人ずつ行列に加わりましたが，７分で行列はなくなりました。前の日の開館時に並んでいた人数を答えなさい。

$\boxed{6}$　美術館の開館時に行列ができていて，１分間に５人ずつ列に加わります。窓口を３つ開いたところ，１１分で行列はなくなりました。次の日は，開館時に前の日よりも７０人多く並んでいたため，窓口を５つ開いたところ，１分間に１０人ずつ行列に加わりましたが，１２分で行列はなくなりました。前の日の開館時に並んでいた人数を答えなさい。

例題６の類題

$\boxed{7}$　美術館の開館時に１２６人が行列に並んでいました。開館してからは，１分間に１２人の割合で入場できます。また，開館してから５分後，バスが到着し，バスから３０人が下りて行列に並びます。以降も５分ごとにバスは到着し，３０人が行列に並びます。行列がなくなるのは何分後ですか。

例題７の類題

$\boxed{8}$　ある水そうには，給水管Ａ，Ｂ，Ｃと排水口がついていて，排水口は常に開いています。給水管ＢはＡより１分あたり４Ｌ多く水を注ぎ，給水管ＣはＢより１分あたり３Ｌ多く水を注ぎます。水そうが空の状態で給水管Ａを開いた場合よりＢを開いた場合の方が１６分早く水そうはいっぱいになり，Ｂを開いた場合よりＣを開いた場合の方が５分早く水そうはいっぱいになります。

（１）給水管Ｃを開くと何分で水そうはいっぱいになりますか。

（２）水そうの容積は何Ｌですか。

受験算数の基礎

Die Grundlagen
der Arithmetik
für die Aufnahmeprüfung

ニュートン算と差集め算・解答解説

類題

$\boxed{1}$（１）毎分３Ｌ　（２）１８０Ｌ　（３）８本

（１）１つの給水管から１分間に注がれる水の量を$\boxed{1}$とすると，次のように整理できます。

給水管５本	$\boxed{5}$－６　…　$\boxed{5}$－６	$\boxed{5}$－６　…　$\boxed{5}$－６
給水管６本	$\boxed{6}$－６　…　$\boxed{6}$－６	
差	$\boxed{1}$　…　$\boxed{1}$	$\boxed{5}$－６　…　$\boxed{5}$－６
	$\boxed{15}$　＝	（$\boxed{5}$－６）×５

$\boxed{15}$＝$\boxed{25}$－３０より，$\boxed{10}$＝３０となるので，$\boxed{1}$＝３より，毎分３Ｌです。

（２）（３×５－６）×２０＝１８０（Ｌ）です。

（３）１８０÷１０＝１８より，毎分１８Ｌの水が増えればよいので，１８＋６＝２４（Ｌ）の水を毎分注ぐ必要があります。よって，２４÷３＝８（本）です。

$\boxed{2}$　２１日

１頭の牛が１日に食べる草の量を$\boxed{1}$，牛を１０頭放したときに１日にへっていく草の量を①とすると，次のように整理できます。

牛１０頭	①　…　①	①　…　①
牛１２頭	$\boxed{2}$＋①　…　$\boxed{2}$＋①	
差	$\boxed{2}$　…　$\boxed{2}$	①　…　①
	$\boxed{2}$×１４　＝	①×４

$\boxed{28}$＝④より，$\boxed{7}$＝①となるので，最初から生えていた草の量は$\boxed{7}$×１８＝$\boxed{126}$，１日に生える草の量は，$\boxed{10}$－$\boxed{7}$＝$\boxed{3}$です。牛を９頭放した場合は，$\boxed{126}$÷（$\boxed{9}$－$\boxed{3}$）＝２１より，２１日です。

$\boxed{3}$　１０５分

給水管Ａと排水口を開いたときに１分間で増える水の量をａ，給水管Ｂと排水口を開いたときに１分間で増える水の量をｂとし，排水口をから１分間で出る水の量をｃとします。

まず，給水管Ａと排水口を開いた場合と，給水管Ｂと排水口を開いた場合を比べると，次のようになります。

給水管Ａ	ａ	…	ａ		ａ	…	ａ
給水管Ｂ	ｂ	…	ｂ				
差	ｂ－ａ	…	ｂ－ａ		ａ	…	ａ

（ｂ－ａ）×３０　＝　ａ×１２

（ｂ－ａ）×３０＝ａ×１２より，ｂ×５－ａ×５＝ａ×２，ｂ×５＝ａ×７となるので，ａ：ｂ＝５：７ですから，ａ＝⑤，ｂ＝⑦とします。

このことを踏まえて，今度は，給水管Ａと排水口を開いた場合と，両方の給水管と排水口を開いた場合を比べます。

給水管Ａ	⑤	…	⑤		⑤	…	⑤
給水管ＡＢ	⑫＋ｃ	…	⑫＋ｃ				
差	⑦＋ｃ	…	⑦＋ｃ		⑤	…	⑤

（⑦＋ｃ）×１５　＝　⑤×２７

（⑦＋ｃ）×１５＝⑤×２７より，ｃ＝②となります。水そうの容積は⑤×４２＝210ですから，210÷②＝１０５より，１０５分です。

$\boxed{4}$　４時間

ポンプが１台で１時間にくむ水の量を$\boxed{1}$，３台使ったときに１時間でへる水の量を①とすると，次のようになります。

３台・６台	①	…	①	①＋$\boxed{3}$	①＋$\boxed{3}$	①＋$\boxed{3}$	…	①＋$\boxed{3}$
５台	①＋$\boxed{2}$	…	①＋$\boxed{2}$	①＋$\boxed{2}$	①＋$\boxed{2}$			
差	$\boxed{2}$	…	$\boxed{2}$	$\boxed{1}$	$\boxed{1}$	①＋$\boxed{3}$	…	①＋$\boxed{3}$

$\boxed{2}$×１０　　$\boxed{1}$×２　　（①＋$\boxed{3}$）×４

$\boxed{2}$×１０＝$\boxed{1}$×２＋（①＋$\boxed{3}$）×４より，$\boxed{6}$＝④，$\boxed{1.5}$＝①となります。３台使ったときに$\boxed{1.5}$の水がへるので，水は１時間に$\boxed{3}$－$\boxed{1.5}$＝$\boxed{1.5}$湧くことがわかります。最初の水の量は，

（$\boxed{5}$－$\boxed{1.5}$）×１２＝$\boxed{42}$，１２台使った場合には，$\boxed{42}$÷（$\boxed{12}$－$\boxed{1.5}$）＝４より，４時間で水がなくなります。

$\boxed{5}$　１２０人

　１日目よりも２日目のほうが，２４人多く行列の人数を減らしているので，次のようになります。

窓口４つ	$\boxed{4}$－１２	…	$\boxed{4}$－１２	$\boxed{4}$－１２	…	$\boxed{4}$－１２	６
窓口５つ	$\boxed{5}$－１２	…	$\boxed{5}$－１２				
差	$\boxed{1}$	…	$\boxed{1}$	$\boxed{4}$－１２	…	$\boxed{4}$－１２	６

$\boxed{1}$×７　＝（$\boxed{4}$－１２）×３＋６

$\boxed{1}$×７＝（$\boxed{4}$－１２）×３＋６より，$\boxed{7}$＝$\boxed{12}$－３０となるので，$\boxed{1}$＝６です。前の日の開館時に並んでいた人数は，（６×４－１２）×１０＝１２０（人）です。

$\boxed{6}$　１１０人

　１日目よりも２日目のほうが，７０人多く行列の人数を減らしているので，次のようになります。

窓口３つ	$\boxed{3}$－５	…	$\boxed{3}$－５	７０
窓口５つ	$\boxed{5}$－１０	…	$\boxed{5}$－１０	$\boxed{5}$－１０
差	$\boxed{2}$－５	…	$\boxed{2}$－５	８０－$\boxed{5}$

（$\boxed{2}$－５）×１１　＝８０－$\boxed{5}$

（$\boxed{2}$－５）×１１＝８０－$\boxed{5}$より，$\boxed{27}$＝１３５となるので，$\boxed{1}$＝５です。前の日の開館時に並んでいた人数は，（５×３－５）×１１＝１１０（人）です。

$\boxed{7}$　１８分後

		５分	５分	５分	３分
並ぶ人数	１２６	３０	３０	３０	
入場者数		１２…１２	１２…１２	１２…１２	１２…１２
差	１２６	３０↓	３０↓	３０↓	３６↓
行列の人数	１２６	９６	６６	３６	０

　以上より，５×３＋３＝１８（分後）です。

$\boxed{8}$（１）１５分　（２）１８０Ｌ

（１）給水管Ａを開いたとき（排水口は開いています）に１分間あたりに増える水の量をａとすると，次のように整理できます。

給水管Ａ　ａ　…　ａ　ａ　…　ａ　$\underbrace{a \cdots a}_{16分}$

給水管Ｂ　ａ＋４　…　ａ＋４　$\underbrace{a+4 \cdots a+4}_{5分}$

給水管Ｃ　$\underbrace{a+7 \cdots a+7}_{□分}$

給水管ＡとＢを開いた場合を比べると，４×□＋４×５＝ａ×１６より，□＝ａ×４－５となります。給水管ＢとＣを開いた場合を比べると，３×□＝（ａ＋４）×５より，３×□＝ａ×５＋２０となります。，２つの式より，次のようになります。

３×□＝ａ×５＋２０　→　１２×□＝ａ×２０＋８０

□＝ａ×４－５　→　　５×□＝ａ×２０－２５

７×□＝　　　　　１０５

□＝１０５÷７＝１５となるので，１５分です。

（２）□＝ａ×４－５より，１５＝ａ×４－５となってａ＝５です。給水管Ａから水を注ぐと１分間に５Ｌの水が増えて□＋５＋１６＝３６（分間）で水がいっぱいになるので，５×３６＝１８０（Ｌ）です。